

Universidad de Cuenca

Facultad de Ingeniería

Escuela de Informática



“METODOLOGÍA PARA LA CREACIÓN DE INTERFACES INTELIGENTES APLICADAS A AMBIENT ASSISTED LIVING (AAL)”

Trabajo de Titulación Previo a la Obtención
del Título de Ingeniera de Sistemas

Autora:

Bertha Cristina Sánchez Zhunio
CI: 0105194575

Director:

Ing. Irene Priscila Cedillo Orellana, PhD.
CI: 0102815842

Marzo, 2018

Cuenca – Ecuador



En los últimos años se han masificado el desarrollo de nuevas tecnologías en diferentes ámbitos, aumentando la cantidad de usuarios. Además, algunos usuarios son personas mayores, personas con discapacidad, etc., usuarios que tienen problemas de salud y limitaciones que no les permiten realizar ciertas actividades con normalidad. Es por eso que las tecnologías deben considerar las necesidades del usuario, sus características, sus preferencias y sus limitaciones. Por lo tanto, los ambientes de vida asistidos tienen como objetivo desarrollar nuevas tecnologías capaces de mejorar la calidad de vida de los usuarios con discapacidades y las limitaciones en su salud. Además, tales tecnologías deben tener la capacidad de ser adaptativas a las necesidades del usuario, por lo tanto, los desarrolladores de éstas deben considerar la creación de interfaces fáciles de usar y adaptables a sus necesidades.

En este documento, se ha propuesto una nueva metodología para la creación de interfaces inteligentes aplicadas a Ambient Assisted Living – AMCIAAL. La misma permite proporcionar soluciones con interfaces inteligentes para mejorar la Interacción Persona-Ordenador (HCI). En otras palabras, los usuarios pueden navegar fácilmente a través de una solución de software o hardware con autonomía.

Finalmente, para mostrar la viabilidad de esta solución, se ha presentado un caso de estudio con una solución creada siguiendo los pasos de AMCIAAL. La misma ha sido probada por una muestra de 22 adultos mayores, del cual se obtuvieron algunos resultados y experiencias, y proporcionan información que ayudará a los investigadores a mejorar y crear nuevas herramientas para los ambientes de vida asistidos.

Palabras clave: Accesibilidad, Ambientes de Vida Asistido, Aprendizaje automático, Interacción hombre - máquina, Metodología, Usabilidad.



Abstract

In the last years, the development of new technologies in different fields has become widespread, increasing the number of users. Moreover, some users are elders, people with disabilities, etc., users who have health problems and limitations that do not allow them to perform certain activities in a common way. That is why technologies must consider user's needs, their characteristics, their preferences and their limitations. Hence, the Ambient Assisted Living aims to develop new technologies that are responsible for improving the quality of life of users with disabilities and limitations in their health. Moreover, such it must have the ability to be adaptive for the user's needs, thus, developers of new technologies should consider the creation of interfaces with easy-to-use considerations and adaptable to their needs.

In this document, it has been proposed a new methodology for the creation of intelligent interfaces applied to Ambient Assisted Living – AMCIAAL. It allows to provide solutions with intelligent interfaces in order to improve the Human-Computer Interaction (HCI). In other words, users can easily navigate through a software or hardware solution with autonomy.

Finally, in order to show the feasibility of this solution, it has been presented a case of use with a solution created by following each step of the AMCIAAL. This instantiation has been tested by a sample of 22 elderly people, from which some results and experiences were obtained and provide with insights that will help researchers in improving and creating new tools for ambient assisted living.

Key words: Accessibility, Ambient Assisted Living, Human-Computer Interaction, Machine Learning, Methodology, Usability.



Capitulo 1. Introducción	21
1.1. Motivación	21
1.2. Objetivos	22
1.3. Tareas de investigación	23
1.4. Estructura del Trabajo	25
Capitulo 2. Base Tecnológica	28
2.1. Interfaces de usuario.....	28
2.1.1. Evolución de las interfaces de usuario.....	28
2.2. Interacción hombre - computador	29
2.3. Interfaces de usuario inteligentes.....	31
2.3.1. Principios de usabilidad de sistemas inteligente	33
2.3.2. Consideraciones de diseño para IUIs	33
2.3.3. Técnicas de las IUIs.....	33
2.4. Modelo de calidad de software.....	34
2.4.1. Modelo de calidad del producto	34
2.4.2. Calidad en uso	35
2.5. Ambientes de vida asistidos (AAL).....	35
Capitulo 3. Estado actual de la investigación en ambientes de vida asistida y en interfaces de usuario inteligentes	37
3.1. Introducción a los Mapeo Sistemáticos	37
3.2. Mapeo sistemático en tecnologías de vida asistida	39
3.2.1. Fase de planificación	39
3.2.2. Fase de conducción.....	44
3.2.3. Ejecución y resultados preliminares de estudios primarios	47
3.3. Mapeo sistemático de IUIs	53
3.3.1 Fase de planificación	53
3.3.2 Fase de conducción.....	59
3.3.3 Ejecución y Resultados Preliminares de Estudios Primarios	60
Capitulo 4. Método de creación de IUIs para aplicaciones de AAL (AMCIAAL) ..	64



4.1.	Definición de SPEM 2.0	64
4.2.	Metodología AMCIAAL.....	65
4.2.1.	Fase de captura y análisis de requerimientos	67
4.2.1.1.	Roles de la fase de captura y análisis de requerimientos.....	69
4.2.1.2.	Guías de la fase de captura y análisis de requerimientos	70
4.2.1.3.	Productos de trabajo de la fase de captura y análisis de requerimientos	72
4.2.2.	Fase de diseño de IUIs	73
4.2.2.1.	Roles de la fase de diseño de IUIs	75
4.2.2.2.	Guías de la fase de diseño de IUIs	76
4.2.2.3.	Productos de trabajo de la fase de diseño de IUIs	78
4.2.3.	Fase de implementación.....	78
4.2.3.1.	Roles de la fase de implementación.....	81
4.2.3.2.	Guías de la fase de implementación	81
4.2.3.3.	Productos de trabajo de la fase implementación	82
4.2.4.	Fase de Evaluación y Pruebas	83
4.2.4.1.	Roles de la fase de pruebas.....	84
4.2.4.2.	Productos de trabajo de la fase de pruebas	84
Capítulo 5.	Construcción de una solución usando AMCIAAL	86
5.1.	Construcción de un juego de memoria usando AMCIAAL	86
5.1.1.	Fase de captura y análisis de requerimientos del juego de memoria ...	86
5.1.1.1.	Comprensión del dominio	87
5.1.1.2.	Recolección de requerimientos.....	88
5.1.1.3.	Clasificación de requerimientos	88
5.1.1.4.	Verificación de requerimientos.....	89
5.1.1.5.	Validación de requerimientos	90
5.1.2.	Fase de diseño de IUIs del juego de memoria	90
5.1.2.1.	Construcción del diseño de IUI.....	91
5.1.2.2.	Prototipado	92
5.1.2.3.	Verificación del diseño	93
5.1.2.4.	Validación del diseño	94



Universidad de Cuenca

5.1.3. Fase de implementación del juego de memoria.....	95
5.1.3.1. Interpretación.....	96
5.1.3.2. Construcción.....	96
5.1.3.3. Verificación del producto	98
5.1.3.4. Validación del producto	99
5.1.4. Fase de evaluación y pruebas del juego de memoria.....	99
5.1.5. Validación y verificación con expertos	100
5.1.6. Pruebas con el usuario final.....	100
Capítulo 6. Evaluación empírica	101
6.1. Evaluación de la solución propuesta	101
6.2. Modelo de aceptación tecnológica (TAM)	101
6.3. Modelo de evaluación de métodos (MEM)	102
6.4. Aplicando MEM	103
6.4.1. Adaptando MEM	103
6.4.2. Ejecución y Análisis del experimento	106
6.4.3. Análisis de los resultados.....	111
6.5. Amenazas a la validez	119
6.5.1. Validez de conclusión	120
6.5.2. Validez interna	120
6.5.3. Validez de constructo.....	120
6.5.4. Validez externa	120
Capítulo 7. Conclusiones y trabajos futuros.....	121
7.1. Conclusiones.....	121
7.2. Trabajo futuro	124
7.3. Difusión de resultados.....	124
Referencias	126
Apéndice	131
1. Apéndice A: Artículos aceptados en conferencias.....	131
2. Apéndice B: Plantillas y documentos generados en la construcción del juego de memoria	133
3. Apéndice C: Interfaz gráfica del juego de memoria	140



Universidad de Cuenca

4. Apéndice D: Código fuente del juego de memoria	143
5. Apéndice E: Capacitación a los adultos mayores.....	148
6. Apéndice F: Evaluación del juego de memoria	150
7. Apéndice G: Resultados de la evaluación del juego de memoria.....	157
Anexos	159
Anexo A: Plantilla de la fase captura y análisis de requerimientos	159
Anexo B: Términos, descripción e iconos de SPEM 2.0	162
Glosario de Términos	164



Índice de tablas

Tabla 2. 1: Tipos de interfaces de usuario. Fuente: Elaboración propia.....	29
Tabla 3. 1: Formación de la cadena de búsqueda. Fuente: Elaboración propia ...	42
Tabla 3. 2: Criterios de extracción para el mapeo sistemático en AAL. Fuente: Elaboración propia	43
Tabla 3. 3: Resultados de la aplicación de la cadena de búsqueda. Fuente: (Cedillo et al., 2018).	45
Tabla 3. 4: Porcentaje de evaluación de citas de artículos. Fuente: (Cedillo et al., 2018).	46
Tabla 3. 5: Porcentaje de estudios clasificados por los criterios de extracción del dominio AAL. Fuente: Elaboración propia	50
Tabla 3. 6: Formación de la cadena de búsqueda. Fuente: (Sanchez et al., 2017)	55
Tabla 3. 7: Resultados de la aplicación de la cadena de búsqueda. Fuente: (Sanchez et al., 2017)	59
Tabla 3. 8: Porcentaje de citas. Fuente: Elaboración propia	60
Tabla 3. 9: Porcentaje de estudios clasificados por los criterios de extracción del dominio IUIs. Fuente: Elaboración propia	62
Tabla 4. 1: Factores de riesgo. Fuente: (Guerrero-R, Yépez-Ch, 2015) y (da Silva- Gama, Gómez-Conesa, 2008).	71
Tabla 4. 2: Algoritmos de aprendizaje de la técnica de Aprendizaje automático. Fuente: (Gómez, 2011)	82
Tabla 5. 1: Elementos de pantalla. Fuente: Elaboración propia	92
Tabla 5. 2: Proceso de salida de mensajes. Fuente: Elaboración propia	94
Tabla 5. 3: Parámetros del juego de memoria. Fuente: Elaboración propia.....	97
Tabla 5. 4: Control de cambios del juego de memoria. Fuente: Elaboración propia	99
Tabla 5. 5: Control de pruebas. Fuente: Elaboración propia	100
Tabla 6. 1: Cuestionario para medir variables de percepción. Fuente: Elaboración propia	105
Tabla 6. 2: Preguntas abiertas. Fuente: Elaboración propia	106
Tabla 6. 3: Prueba de Shapiro Wilk. Fuente: Elaboración propia	108
Tabla 6. 4: Estadística Descriptiva para Variables Basadas en la Percepción del Usuario. Fuente: Elaboración propia	108
Tabla 6. 5: Niveles de significancia. Fuente: (Moody, 2001)	109
Tabla 6. 6: Regresión Simple entre la Eficiencia Actual y la Facilidad de Uso Percibida. Fuente: Elaboración propia	109
Tabla 6. 7: Regresión Simple entre la Efectividad Actual y la Utilidad Percibida. Fuente: Elaboración propia	110



Universidad de Cuenca

Tabla 6. 8: Regresión Simple entre la Facilidad de Uso Percibida y la Utilidad Percibida. Fuente: Elaboración propia	110
Tabla 6. 9: Regresión Simple entre Utilidad Percibida e Intención de Uso. Fuente: Elaboración propia	110
Tabla 6. 10: Regresión Simple entre Facilidad de Uso Percibida e Intención de Uso. Fuente: Elaboración propia	111
Tabla 6. 11: Resumen de la evaluación. Fuente: Elaboración propia	119



Índice de Figuras

Figura 1. 1: Proceso Cuantitativo. Fuente: Hernández, Fernández, & Baptista (2006)	23
Figura 1. 2: Relación entre el esquema de trabajo y la metodología de investigación. Fuente: Elaboración propia.....	26
Figura 2. 1: Comunidades que interaccionan con HCI. Fuente: (Envis Precisely, 2009)	30
Figura 2. 2: El campo de las IUIs. Fuente:(Ehlert, 2003).....	32
Figura 3. 1: Pasos para la elaboración de la revisión sistemática. Fuente: Elaboración Propia	38
Figura 4. 1: Elementos básicos de SPEM2. Fuente: (Ruiz, 2008).....	65
Figura 4. 2: AMCIAAL. Fuente: Elaboración propia.....	66
Figura 4. 3: Proceso de captura y análisis de requerimientos del método AMCIAAL. Fuente: Elaboración propia.....	68
Figura 4. 4: Proceso de Diseño de IUIs del método AMCIAAL	74
Figura 4. 5: Herramientas para el proceso de implementación de IUIs. Fuente Elaboración propia	79
Figura 4. 6: Proceso de implementación del método AMCIAAL. Fuente: Elaboración propia	80
Figura 4. 7: Proceso de Evaluación y Pruebas del método AMCIAAL. Fuente: Elaboración propia	84
Figura 5. 1: Fase de captura y análisis de requerimientos del juego de memoria basado en AMCIAAL. Fuente: Elaboración propia	87
Figura 5. 2: Modelo del juego de memoria. Fuente: Elaboración propia	90
Figura 5. 3: Fase de diseño de IUIs del juego de memoria basado en AMCIAAL. Fuente: Elaboración propia	91
Figura 5. 4: Prototipo de la pantalla inicial. Fuente: Elaboración propia	93
Figura 5. 5: Prototipos del juego de memoria, niveles de dificultad. Fuente: Elaboración propia	93
Figura 5. 6: Diagrama de procesos del juego de memoria. Fuente: Elaboración propia	94
Figura 5. 7: Fase de implementación del juego de memoria basado en AMCIAAL. Fuente: Elaboracion propia	95
Figura 5. 8: Fase de evaluación y pruebas basado en AMCIAAL. Fuente: Elaboración propia	100
Figura 6. 1: Modelo TAM. Fuente: (Moody, 2003).....	102
Figura 6. 2: Modelo MEM. Fuente: (Moody, 2003)	103
Figura 6. 3. Distribución de preguntas del cuestionario, Fuente. Elaboración propia	104



Universidad de Cuenca

Figura 6. 4: Diagrama de cajas para las variables PEOU, PU e ITU. Fuente:
Elaboración propia 107
Figura 6. 5: Conclusiones de la aplicación de MEM. Fuente: Elaboración propia119



Índice de Gráficos

Gráfico 3. 1: Artículos encontrados vs artículos aceptados. Fuente: Elaboración propia	45
Gráfico 3. 2: Porcentaje de artículos publicados en SpringerLink. Fuente: Elaboración propia	46
Gráfico 3. 3: Porcentaje de artículos publicados en ACM. Fuente: Elaboración propia	47
Gráfico 3. 4: Porcentaje de artículos publicados en IEEEExplore. Fuente: Elaboración propia	47
Gráfico 3. 5: Artículos Clasificados por año. Fuente: Elaboración propia.....	48
Gráfico 3. 6: Artículos clasificados por País. Fuente: Elaboración propia	48
Gráfico 3. 7: Comparación de EC8: Discapacidad y EC2: Software entre EC4: Tipo de medición. Fuente: Elaboración propia	51
Gráfico 3. 8: Comparación entre EC4: Usuarios y EC6: con EC2: Software y EC4: Ambiente. Fuente: Elaboración propia	52
Gráfico 3. 9: Comparación entre EC1: Wearables y dispositivos y EC7: Discapacidad y EC4: usuarios. Fuente: (Cedillo et al., 2018).	53
Gráfico 3. 10: Estudios clasificados por año. Fuente: (Sanchez et al., 2017)	56
Gráfico 3. 11: Artículos encontrados vs artículos aceptados - Dominio IUIs. Fuente: Elaboración propia	59
Gráfico 3. 12 Artículos clasificados por año en el dominio IUIs. Fuente:(Sanchez et al., 2017)	60
Gráfico 3. 13: Comparación entre EC3: Tipo de aplicación con EC11: Tipo de validación EC12: Alcance del enfoque Y EC4: Medio de interacción. Fuente: (Sanchez et al., 2017)	62
Grafico 6. 1: Resultados de la encuesta, pregunta 1. Fuente: Elaboración propia	112
Grafico 6. 2: Resultados de la encuesta, pregunta 2. Fuente: Elaboración propia	112
Grafico 6. 3: Resultados de la encuesta, pregunta 3. Fuente: Elaboración propia	113
Grafico 6. 4: Resultados de la encuesta, pregunta 4. Fuente: Elaboración propia	113
Grafico 6. 5: Resultados de la encuesta, pregunta 5. Fuente: Elaboración propia	114
Grafico 6. 6: Resultados de la encuesta, pregunta 6. Fuente: Elaboración propia	114
Grafico 6. 7: Resultados de la encuesta, pregunta 7. Fuente: Elaboración propia	115



Universidad de Cuenca

Grafico 6. 8: Resultados de la encuesta, pregunta 8. Fuente: Elaboración propia	115
Grafico 6. 9: Resultados de la encuesta, pregunta 9. Fuente: Elaboración propia	116
Grafico 6. 10: Resultados de la encuesta, pregunta 10. Fuente: Elaboración propia	116
Grafico 6. 11: Resultados de la encuesta, pregunta 11. Fuente: Elaboración propia	117
Grafico 6. 12: Resultados de la encuesta, pregunta 12. Fuente: Elaboración propia.	117
Grafico 6. 13: Resultados de la encuesta, pregunta 13. Fuente: Elaboración propia	118
Grafico 6. 14: Resultados de la encuesta, pregunta 14. Fuente: Elaboración propia	118



Índice de Aprendizices y Anexos

Apéndice A: 1. Revisión sistemática de AAL.....	131
Apéndice A: 2. Mapeo sistemático de IUIs.....	132
Apéndice B: 1. Objetivos del juego de memoria.....	134
Apéndice B: 2. Requerimientos funcionales del juego de memoria.....	134
Apéndice B: 3. Requerimientos no funcionales del juego de memoria.....	135
Apéndice B: 4: Documento de especificación de requisitos	139
Apéndice B: 5. Prototipo.....	139
Apéndice C: 1. Pantalla principal.....	140
Apéndice C: 2. Pantallas del juego de memoria.....	142
Apéndice D: 1. Método que coloca los elementos en pantalla	143
Apéndice D: 2. Método onCreate	143
Apéndice D: 3. Mensajes de aviso al usuario.....	144
Apéndice D: 4. Método principal.....	144
Apéndice D: 5. Clase carta.....	145
Apéndice D: 6. Código fuente para almacenar información en la BD.....	146
Apéndice D: 7. Método que muestra la cara por un lapso de tiempo determinado	146
Apéndice D: 8: Creación del audio para el juego de memoria	147
Apéndice D: 9: Edición del audio para el juego de memoria	147
Apéndice D: 10: Adaptación del audio en el juego de memoria	147
Apéndice E: 1. Capacitación a los adultos mayores.....	149
Apéndice F: 1. Encuesta sobre el juego de memoria.....	152
Apéndice F: 2. Consentimiento informado	154
Apéndice F: 3: Grupo de adultos mayores participantes	156
Apéndice G: 1. Resultados de la encuesta	158
Anexo A: 1. Plantilla de objetivos.	160
Anexo A: 2: Plantilla de requerimientos funcionales.....	162
Anexo A: 3: Plantilla de requerimientos no funcionales.....	162
Anexo B: 1. Primitivas de modelado de SPEM 2.0.....	163



Universidad de Cuenca



Universidad de Cuenca
Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional

Bertha Cristina Sánchez Zhunio en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Metodología para la creación de Interfaces Inteligentes aplicadas a Ambient Assisted Living (AAL)", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso comercial de la obra, con fines estrictamente académico.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Organiza de Educación Superior.

Cuenca, marzo de 2018

Bertha Cristina Sánchez Zhunio

0105194575



Universidad de Cuenca



Universidad de Cuenca
Cláusula de propiedad intelectual

Bertha Cristina Sánchez Zhunio, autora del Trabajo de Titulación "Metodología para la creación de Interfaces Inteligentes aplicadas a Ambient Assisted Living (AAL)", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

Cuenca, marzo de 2018

Bertha Cristina Sánchez Zhunio

0105194575



Agradecimientos

A Dios por haberme llenado de bendiciones durante toda mi vida, en especial por haberme dado la vida y por haberme puesto en el camino grandes obstáculos, de los cuales he aprendido a fortalecerme y a ser mejor persona.

Luego, un especial agradecimiento a mi directora Dra. Irene Priscila Cedillo por haberme brindado apoyo en todo este tiempo, por ser más que una profesora sino una amiga, que incansablemente me ayudó con el avance y culminación de este trabajo.

A la Ing. Alexandra Bermeo, Ing. Karina Campos y el Ing. Ángel Vázquez Ya que con su apoyo se han cumplido grandes metas.

Esta tesis fue desarrollada dentro del contexto del proyecto denominado “Evaluación del conocimiento sobre alimentación, ejercicio, redes sociales y desarrollo de prototipos para la toma de medicación y monitorización de signos vitales orientados al adulto mayor mediante la integración y el uso de las nuevas tecnologías de información y comunicación, aplicado a personas mayores de 65 años” perteneciente a la Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia (CEDIA), al cual se le agradece por la motivación y ayuda brindada.

A la Universidad de Cuenca que me ha abierto las puertas cada día, donde he adquirido los conocimientos y sabiduría, donde, he conocido a grandes seres humanos que son: mi esposo, mis amigos y mis profesores.

A mis amigos que me han sacado un millón de sonrisas, que me han enseñado el valor de la amistad, unión y solidaridad con los demás, sobre todo por estar presentes cuando más he necesitado de un consejo y de un abrazo. Por ser testigos de la lucha constante de alcanzar mis metas.

Finalmente, a mis profesores por haberme transmitido sus conocimientos, por haberme compartido sus experiencias y consejos que de seguro aplicare en mi vida profesional. En especial por haberme llenado de esperanzas y sueños durante toda mi vida universitaria, para alcanzar mis metas y llegar a este momento tan especial de mi vida.



Dedicatoria

Quiero dedicar esta tesis a toda mi familia, porque, me han dado su apoyo cada momento de mi vida a cada uno de ellos mis gracias infinitas.

A mi esposo Darwin por ser quien me dio el apoyo, la fuerza y el aliento para culminar mi trabajo.

A mi hijo Jared por ser mi fuente de mi inspiración para superarme cada día, ser mejor persona y luchar por su futuro, es la persona que me recuerda con una sonrisa que cada día es un nuevo día, que todo lo que quiero ser es por él.

A mis padres por exigirme cada día para crecer profesionalmente y por ser mis pilares para escucharme y apoyarme cuando más lo necesito.

A mi abuelito Juan que está en el cielo, que permanece en mis más lindos recuerdos de mi niñez, ya que es un ejemplo de lucha, humildad y sobre todo por haber sido una persona neutral.

A mi querido hermano, mi pequeño papá, mi amigo, mi cómplice, la persona a quien más admiro, ya que él me ha mostrado que todos los días hay que levantarse para conseguir nuestros sueños sin importar las condiciones en las que nos encontremos, que nada es imposible, que solo hay que perseverar y desearlo de corazón.

A mi querida hermana y mi querido sobrino, que han sido un pilar fundamental para cumplir esta gran meta, ya que con sus locuras han alegrado esta trayectoria de mi vida.

Finalmente, a las demás personas que han formado parte de mi vida universitaria y que de cualquier forma me han contribuido con un granito de arena.



A

AAL

Ambientes de vida asistidos (*Ambien Assisted Living*)

AMCIAAL

Una metodología para la creación de interfaces inteligentes aplicadas a AAL
– (*Methodology for Creation Intelligent interfaces applied to AAL*)

B

BCI

Interfaces cerebro – ordenador (*Brain Computer Interfaces*)

C

CLI

Interfaces de líneas de comandos (*Comman-Line Interfaces*)

G

GUI

Interfaces graficas de usuario (*Graphical User Interfaces*)

H

HCI

Interacción hombre - máquina (*Human - Computer Interaction*)

I

IC

Intención de Comportamiento

INEC

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

ITU

IUIs

Interfaces de Usuario Inteligentes (*Intelligent User Interfaces*)

N

NUI

Interfaz de usuario natural (*Natural User Interface*)

M

MEM

Modelo de evaluación de métodos (*Method Evaluation Model*)



P

PEOU

Facilidad de Uso Percibida (*Perceived Ease of Use*)

PU

Utilidad Percibida (*Perceived Usefulness*)

PUI

Interfaz de Usuario Perceptual (*Perceptual User Interfaces*)

PA

Pregunta Abierta

S

SPEM

Metamodelo para Modelos de Procesos de Ingeniería del Software (*System Process Engineering Meta Model Specification*)

SQuaRE

Requisitos y evaluación de calidad del sistema y del software (*Software Quality Requirements and Evaluation*)

T

TAM

Modelo de aceptación tecnología (*Technology acceptance model*)

TIC

Tecnologías de la Información y la comunicación

TUI

Interfaces de usuario de texto (*Text User Interfaces*)

TUIs

Interfaces de usuario tangibles (*Tangible User Interfaces*)

U

UX

Experiencia de usuario (*User Experience*)

V

VUI

Interfaz de usuario de voz (*Voice User Interface*)



Capítulo 1. Introducción

1.1. Motivación

El ambiente de vida asistido (*Ambient Assisted Living – AAL*) es la asistencia al paciente mediante dispositivos tecnológicos. Tiene como objetivo principal el mejorar la calidad de vida del paciente y sus familiares. En los últimos años, las soluciones pertenecientes al dominio AAL han evolucionado a un ritmo acelerado en varias direcciones; ya que no sólo se limitan pacientes sino también a sus familiares, servicios sociales, trabajadores de la salud, etc. (Calvaresi et al., 2016).

Por otro lado, las Interfaces de Usuario Inteligentes (IUIs) son parte de las interfaces hombre-máquina, el objetivo de las IUIs es mejorar la eficiencia, efectividad, y naturalidad de la interacción entre los usuarios representando, razonando o actuando de acuerdo a una serie de modelos (p. ej., usuario, dominio, tareas, discurso, contenidos) (López-Jaquero et al., 2006). Ello hace del desarrollo de las IUIs una tarea multidisciplinar, en donde las aportaciones vienen desde varias fuentes (López-Jaquero et al., 2006).

Además, los adultos mayores representan una gran proporción de la población mundial, se estima que en pocos años, habrá un crecimiento abrupto de proporción de personas de la tercera edad con relación al número total de habitantes (Al-Shaqi, Mourshed, Rezgui, 2016). Específicamente, en Ecuador un estudio realizado por el INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) ha determinado que en el Ecuador hay 1'180.944 adultos mayores, de los cuales 632.436 son mujeres y 548.508 son hombres, es decir que hay 7 adultos mayores por cada 100 habitantes. La tasa de mortalidad de adultos mayores es del 60%. Del mismo estudio se menciona que la edad promedio que viven las mujeres son 79,5 años y de los hombres es de 73,5 años, es decir las mujeres tienen más esperanza de vida que los hombres (MIES, 2013). Con estos datos se ha podido realizar un análisis situacional de la población de adultos mayores en el Ecuador. Entonces, la necesidad del cuidado permanente a los adultos mayores aumentará. Dicho cuidado va dirigido hacia enfermedades físicas, mentales o emocionales (Al-Shaqi et al., 2016). De ahí que, las personas mayores de 65 años se triplicarán para el 2050 (Calvaresi et al., 2016), en consecuencia se producirá un aumento en la dependencia de estas personas para realizar sus actividades de la vida cotidiana, especialmente en Asia y en Europa (Calvaresi et al., 2016), (Al-Shaqi et al., 2016), (Steinke et al., 2012), (Kötteritzsch, Weyers, 2016), (Deen, 2015), (Jaschinski, 2014), (Elbayoudi et al., 2015), (Paprotny, Sudula, 2014), (Vergados, 2010), (Davis et al., 2016).



Cabe mencionar que, las necesidades particulares de las personas de edad avanzada y su estilo de vida difieren mucho de las actividades cotidianas de los jóvenes y de personas de edad media (Frantzidis, Bamidis, 2009). Los adultos mayores conforman uno de los grupos vulnerables de la población, éstos requieren asistencia médica y personal. Muchos de los adultos mayores necesitan ayuda de un sistema AAL para organizar sus actividades diarias, con la ayuda de sensores que generan información, donde precisamente se busca reducir las futuras necesidades de atención (Kötteritzsch, Weyers, 2016). El objetivo de estos sistemas es proporcionar el apoyo adecuado para mejorar la calidad de vida del adulto mayor (Panagiotou et al., 2015). Además, otro objetivo de estos sistemas es apoyar a los ancianos que padecen desórdenes propios de su edad (p. ej., demencia, diabetes, Alzheimer, párkinson, etc.) o enfrentarse a limitaciones (p. ej., deterioro cognitivo, problemas visuales, etc.) (Panagiotou et al., 2015).

El problema surge cuando los adultos mayores desean acceder a productos, servicios o sistemas que promuevan el envejecimiento saludable y activo en el hogar (Jaschinski, 2014), ya que se conoce poco acerca de que si el adulto está listo o no para adoptarlo o utilizarlo (Jaschinski, 2014). De ahí nace la necesidad de manejar sistemas inteligentes amigables con el usuario. Los sistemas inteligentes son capaces de detectar una gran variedad de indicadores y actuar de acuerdo a las preferencias del usuario, recopilando datos en tiempo real (Tragos et al., 2015). Además, dichos sistemas deberán tomar decisiones dependiendo de las características del usuario. Por lo tanto, se debe prestar atención en el desarrollo de soluciones de fácil accesibilidad y centradas en usuarios mayores, resultando en herramientas innovadoras válidas y que se ajustan a escenarios realistas (Frantzidis, Bamidis, 2009). Por lo que, es importante la interacción de los sistemas con el usuario mediante el uso de interfaces, en donde se ha considerado el diseño perfecto cuando se consideran las propiedades deseadas por el usuario del sistema (Sun et al., 2014) y más aún, si estas se adaptan a sus características. En consecuencia, se ha visto necesario proponer una metodología de diseño de interfaces de usuario inteligentes para la creación de aplicaciones de AAL orientadas a los adultos mayores.

1.2. Objetivos

Este trabajo tiene como objetivo general, elaborar una metodología que permita la creación de interfaces inteligentes de software, en el ámbito de Ambientes de vida asistido (AAL) para adultos mayores. Como objetivos específicos que ayudaran a alcanzar el objetivo general tenemos:

- Realizar un mapeo sistemático del estado actual de las tecnologías envueltas en AAL, que permitirá conocer métodos y estrategias de desarrollo de tecnologías AAL.

- Realizar un mapeo sistemático del estado actual de las tecnologías desarrolladas con Interfaces de usuario inteligentes aplicados en el ámbito de AAL, el cual nos permitirá conocer diversas técnicas de diseño de interfaces, además que nos permitirá conocer sobre metodologías de HCI.
- Conocer los principales riesgos y problemas a los que los que constantemente se exponen los adultos mayores, los mismos que pueden ser solventados con la aplicación de AAL.
- Aplicar el conocimiento adquirido para crear una metodología que permita considerar las necesidades de los adultos mayores en cuanto a interfaces inteligentes en aplicaciones de AAL.
- Aplicar de la metodología para la creación de un caso de estudio que permita realizar pruebas con adultos mayores, para después analizar su factibilidad.
- Validar el caso de uso mediante la aplicación de un modelo de evaluación de métodos (MEM).

1.3. Tareas de investigación

A continuación, se detalla una metodología de investigación que posee una serie de pasos que contribuirán al cumplimiento de los objetivos. Estos pasos son propuestos por Hernández et al., (2006) (ver Figura 1. 1.).

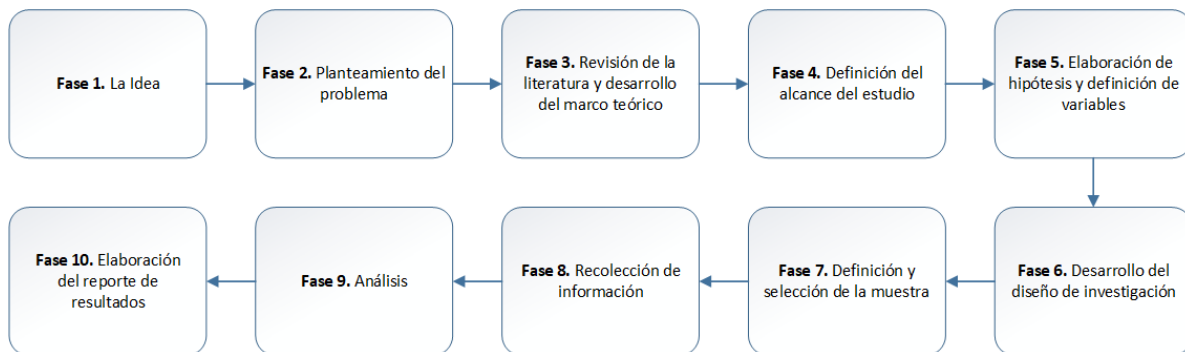


Figura 1. 1: Proceso Cuantitativo. Fuente: Hernández, Fernández, & Baptista (2006)

1. **La idea:** Es un acercamiento a la realidad, es decir, en este paso nace la idea a partir de un estudio previo de los investigadores para fijar un objetivo general.
2. **Planteamiento del problema:** Para realizar el planteamiento del problema hay que fijarse objetivos específicos que contribuirán para alcanzar el objetivo general y que motiven a la investigación, para lo cual se puede establecer preguntas de investigación, justificar la investigación y su viabilidad.



3. **Revisión de la literatura y desarrollo del marco teórico:** En esta etapa se hace una revisión de la literatura para crear un marco teórico, para lo cual se hace un mapeo o revisión sistemática de los temas que son de gran importancia para el cumplimiento de este trabajo. En este ámbito se aplica una metodología para mapeos o revisiones sistemáticas dentro del cual se ha optado por aplicar la metodología propuesta por Kitchenham, (2004) que consta de tres fases que son:
- a. Planificación: se estructura a partir de la fijación de:
 - Preguntas de investigación, que contribuyan al cumplimiento de los objetivos iniciales.
 - Estrategia de búsqueda, consiste en búsquedas manuales en revistas, libros, conferencias y workshops, y en, búsquedas automáticas en librerías digitales mediante la fijación de una cadena de búsqueda.
 - Periodo de búsqueda que servirá para delimitar las búsquedas a un cierto periodo de tiempo.
 - Criterios de inclusión y exclusión: Parámetros que se fijan para aceptar o rechazar un artículo científico.
 - Criterios de extracción: Parámetros para clasificar los estudios según categorías y así más adelante obtener resultados.
 - Aseguramiento de la calidad: De la misma manera permite obtener resultados que sería de utilidad en la investigación.
 - b. Conducción y ejecución: Se trata de clasificar a los artículos científicos mediante criterios que permitirán obtener resultados que contribuirán a la investigación.
 - c. Fase de reporte de resultados: En esta fase se analizan y se interpretan los resultados, los cuales brindan conclusiones que son de aporte a la investigación que se realiza.
4. **Definición del alcance del estudio:** En este paso se define el alcance y los resultados que se desea obtener del estudio realizado, de los cuales existen 4 tipos de alcances: El alcance es exploratorio cuando se examina un tema poco estudiado. Es descriptivo cuando se especifican propiedades, características y rasgos importantes del fenómeno estudiado. Es correlacionar cuando se asocian variables mediante un patrón para beneficiar un grupo o una población. Finalmente, el alcance es explicativo cuando se establecen causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian. Para el estudio realizado en este trabajo se pretende definir un alcance exploratorio ya que se pretende examinar una primera instancia el estado actual de AAL e IUI, luego proponer una metodología que cubra estos dos aspectos.



5. **Elaboración de hipótesis y definición de variables:** es la fijación de hipótesis y definición de variables. La hipótesis es una situación que deriva de la realidad y a partir de esta se definen variables dependientes e independientes. En esta etapa se pretende garantizar el estudio, proporcionar explicaciones y apoyar la prueba de teorías.
6. **Desarrollo del diseño de investigación:** en esta etapa el investigador muestra de manera práctica las preguntas de investigación, donde se debe buscar cubrir todos los objetivos planteados inicialmente, es decir seleccionar o desarrollar métodos de diseño de investigación.
7. **Definición y selección de la muestra:** Se selecciona la población y el tamaño de la muestra para realizar casos de estudio, para lo cual se debe seleccionar métodos de muestreo ya sea probabilístico o no probabilístico.
8. **Recolección de los datos:** Se trata de definir una técnica de recolección de datos de acuerdo al problema y las etapas previas de la investigación, además se debe seleccionar y aplicar los instrumentos para la recolección. En esta etapa también se debe obtener, codificar y archivar los datos para luego ser analizados.
9. **Análisis de los datos:** Para realizar el análisis de los datos se debe tomar en cuenta varios aspectos como: seleccionar un programa de análisis de datos, explorar datos recolectados, evaluar si los datos son confiables, válidos y la objetividad de los instrumentos de recolección seleccionados, realizar análisis adicionales y preparar un reporte final.
10. **Elaborar el reporte de resultados:** En la elaboración del informe de resultados hay que tomar en cuenta a los usuarios, ya que son los afectados de las decisiones que se tomarán en base a los resultados encontrados, tales resultados deben adaptarse a sus necesidades y sus características.

1.4. Estructura del Trabajo

En la Figura 1. 2 se observa gráficamente la estructura de este trabajo, el mismo que se compone de 7 capítulos que son: Introducción, Base tecnológica, Estado actual de la investigación en AAL y IUIs, Metodología AMCIAAL, Construcción de la solución utilizando AMCIAAL, Validación empírica y Conclusiones y trabajos futuros.

- **Capítulo 1. Introducción**

Presenta: motivación, objetivos, tareas de investigación y la estructura del trabajo. En donde se explica brevemente el proceso de desarrollo del trabajo realizado y los objetivos del mismo.

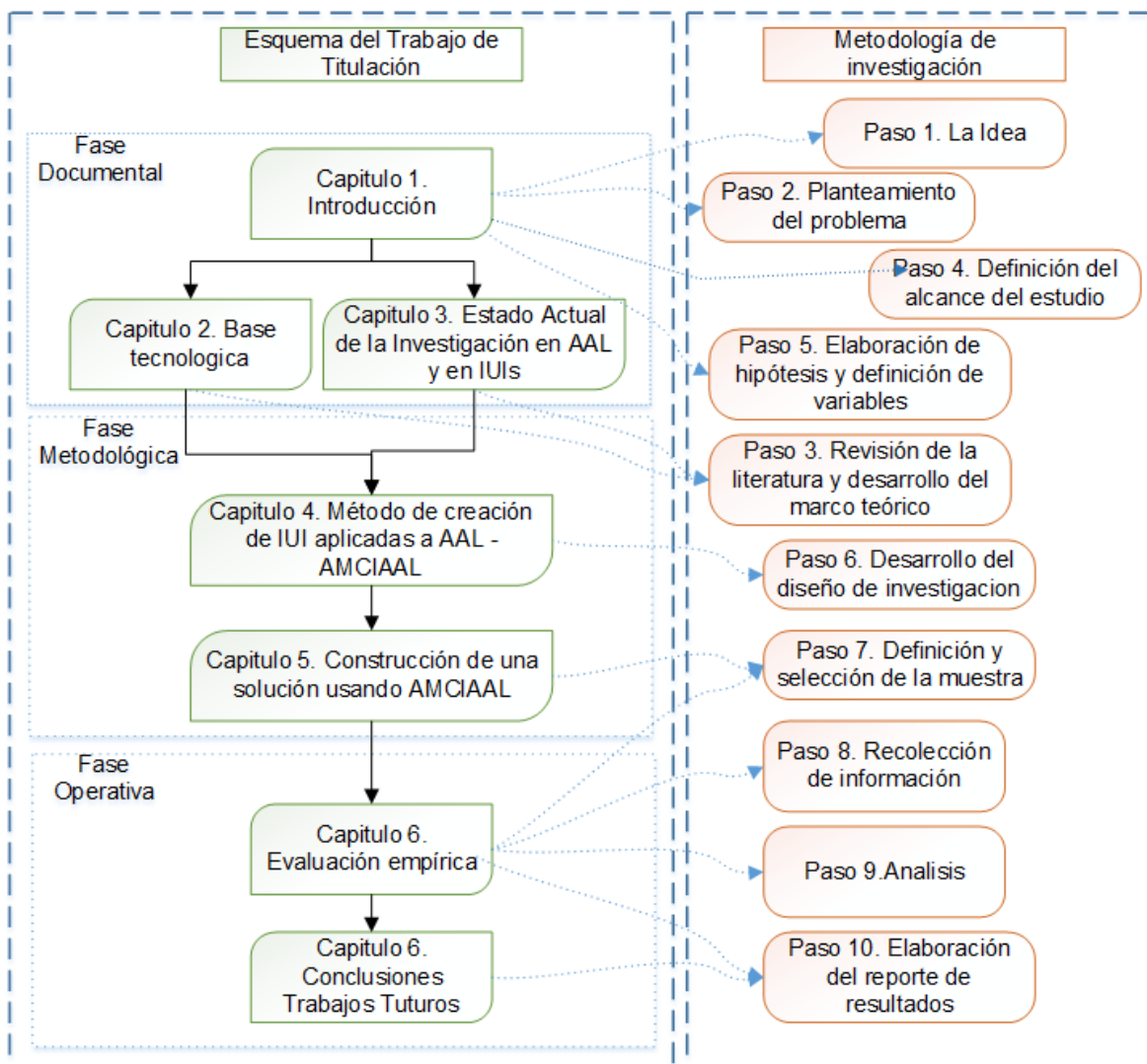


Figura 1. 2: Relación entre el esquema de trabajo y la metodología de investigación. Fuente: Elaboración propia

- **Capítulo 2. Base Tecnológica**

Se conceptualizan temas relevantes dentro de la investigación como son: interfaces de usuario, interacción hombre- computador y el modelo de calidad.

- **Capítulo 3. Estado actual de la investigación en AAL y en IUIs**

Se han realizado dos estudios: Uno en el dominio AAL que presenta tecnologías y dispositivos más usados, criterios médicos para elegir una solución adecuada, áreas y grupos más vulnerables donde se implementa



Universidad de Cuenca

tecnologías AAL y como se aborda la investigación actualmente en AAL. Luego, en IUI se presenta la relación que poseen estos con AAL, estrategias que se podrían utilizar para aplicar IUIs en AAL, un breve análisis de evolución del paso de los años y en qué países este término ha tenido mayor relevancia.

- **Capítulo 4. Método de creación de IUI para aplicaciones de AAL - AMCIAAL**

Se presenta una metodología para la creación de interfaces en tecnologías AAL aplicando IUI, de manera gráfica con SPEM 2.0 se observan 4 fases que son: (i) captura y análisis de requerimientos, (ii) Diseño de IUIs, (iii) Implementación y (iv) Evaluación y pruebas.

- **Capítulo 5. Construcción de una solución usando AMCIAAL**

En este capítulo, se propone la creación de una solución, siguiendo los pasos del capítulo 4, del cual se pueden extraer datos con el fin de validar la metodología propuesta.

- **Capítulo 6. Evaluación Empírica**

En este capítulo se presenta el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) y el Modelo de Evaluación de Métodos (MEM), para luego hacer una adaptación del MEM, del cual se aplicó un cuestionario de preguntas a los participantes que permite extraer conclusiones y probar la validez del método.

- **Capítulo 7. Conclusiones y Trabajos Futuros**

Se presentan los resultados obtenidos en la realización de este trabajo de titulación.

- **Apéndices y Anexos**

Los apéndices muestran los documentos generados en la realización del trabajo de titulación como: resultados de los mapeos sistemáticos, plantillas y documentos utilizados para la construcción de la solución, los artefactos utilizados para la realización del experimento y resultados del experimento.



Capítulo 2. Base Tecnológica

2.1. Interfaces de usuario

Las interfaces de usuario es un conjunto de componentes disponibles en computador que permiten al usuario comunicarse mediante instrucciones dadas por algunos dispositivos de entrada (teclado, mouse, etc.) que transmiten señales electrónicas, y los resultados de la interacción puede presentarse en distintos dispositivos (teclado, parlante, etc.).

Las interfaces de usuario han existido antes de que HCI se estableciera (Jørgensen, Myers, 2008), Las interfaces de usuario están relacionadas con la usabilidad para controlar un sistema ya sea de hardware o software. La cual es de gran importancia para la interacción entre el hombre y el computador. Dado que si una interfaz es adecuada el usuario podrá deslizarse por el sistema sin realizar mayor esfuerzo. Por otro lado, si una interfaz de usuario fue mal concebida el usuario puede llegar a confundirse fácilmente, por lo que el resultado será frustración y baja eficiencia del trabajo (Pressman, 2010).

2.1.1. Evolución de las interfaces de usuario

La evolución de las interfaces de usuario ha sido de gran importancia, empezando con las interfaces de líneas de comandos (CLI), dando paso a las interfaces de usuario de texto (TUI), Interfaz gráfica de usuario (GUI), interfaz de usuario de voz (VUI), interfaces de usuario tangibles (TUIs), interfaz de usuario natural (NUI), interfaz de usuario perceptual (PUI), Interfaces cerebrales de computadora (BCI). Las mismas que se describen en la Tabla 2. 1.

Interfa z	Descripción
CLI	Interacción a través de comandos. Interacción a través del teclado.
TUI	Es la interacción del usuario con el modo de texto de hardware, navegación mediante teclado y mouse.
GUI	Es interfaz entre el usuario y la más común utilizada hoy en día, la interacción se da por monitor, mouse y teclado.
VUI	Se da a través de la interacción entre el usuario y la maquina mediante la entrada y salida de voz. Este tipo de interfaz es común en los teléfonos inteligentes. Un ejemplo, el más conocido es el asistente virtual como: Siri en Apple, Cortana en Windows ,etc.
TUIs	Se da la interacción es física. Un ejemplo de este es aplicado en los museos, donde se pueden observar objetos desde otra perspectiva, facilitando el aprendizaje.



NUI	Este tipo de interfaces deben ser intuitivas, se da la interacción a través de gestos y toques. No está restringida solamente al uso de teclado, mouse y pantalla. Se usa comúnmente en los videos juegos como: Nintendo Wii, Xbox con Kinect. (Glonek, Pietruszka, 2012)
PUI	Esta interfaz está en exploración, combinación de conceptos de GUI y VUI. Modo de interacción con el entorno, utiliza técnicas como reconocimiento del habla y sonido, visión por ordenador, animación gráfica, modelado del usuario, etc. (Ponsa, Díaz, Manresa-yee, Amante, 2008)
BCI	Son interfaces que reaccionan a las ondas cerebrales, mediante asistencia robótica, lo cual es aplicado en la ciencia y la medicina.

Tabla 2. 1: Tipos de interfaces de usuario. Fuente: Elaboración propia

2.2. Interacción hombre - computador

La Interacción Hombre – Computador (HCI) es un área de investigación multidisciplinaria y emergente. HCI analiza el comportamiento del usuario al realizar su trabajo, al sistema y su interfaz para ser estructuradas con el fin de facilitar las tareas del usuario (Adamo et al., 2008). En la Figura 2. 1 se observa que HCI está situada entre la psicología cognitiva, la ingeniería de aplicaciones ergonómicas, las ciencias sociales y la informática aplicada.

HCI (Human - Computer Interaction), se enfoca principalmente al diseño de tecnologías de la información y la comunicación TICs. Surgió a principios de la década de 1980, centrándose a las ciencias cognitivas y de computación con el fin de mejorar la usabilidad (Carroll, 2012).

A fines de 1970, las personas que tenían acceso a una computadora eran los profesionales y las grandes industrias, pero con la aparición de las computadoras personales esta situación cambio significativamente ya que éstas integraron posteriormente capacidades de cálculo, editores de texto, juegos, Internet y demás aplicaciones, aumentando la demanda de usuarios y ciertas características de usabilidad para esas aplicaciones.

HCI aparece como un ejemplo de la ingeniería cognitiva. Luego, la ingeniería de software empezó a mostrar requisitos no funcionales como la facilidad de uso y la mantenibilidad, dando paso así al nacimiento de HCI (Myers, 1996). En definitiva, HCI nació y conserva el concepto de usabilidad.

La usabilidad era de gran importancia en campos como: diversión, entretenimiento, información, comunicación, etc. Que se expandió aceleradamente para cubrir aspectos como: visualización, los sistemas de información, los sistemas de colaboración, el proceso de desarrollo del sistema y muchas áreas de diseño (Carroll, 2012). Para desplegar esos aspectos HCI se empezó a usar en las primeras interfaces de usuario, en aplicaciones como: juegos, educación,

comercio, aplicaciones de salud, planificación, comunicación, etc. Luego, se propagó en interfaces basadas en modelos y una gran cantidad de interacciones ubicuas, de mano y sensibles al contexto (Carroll, 2012).

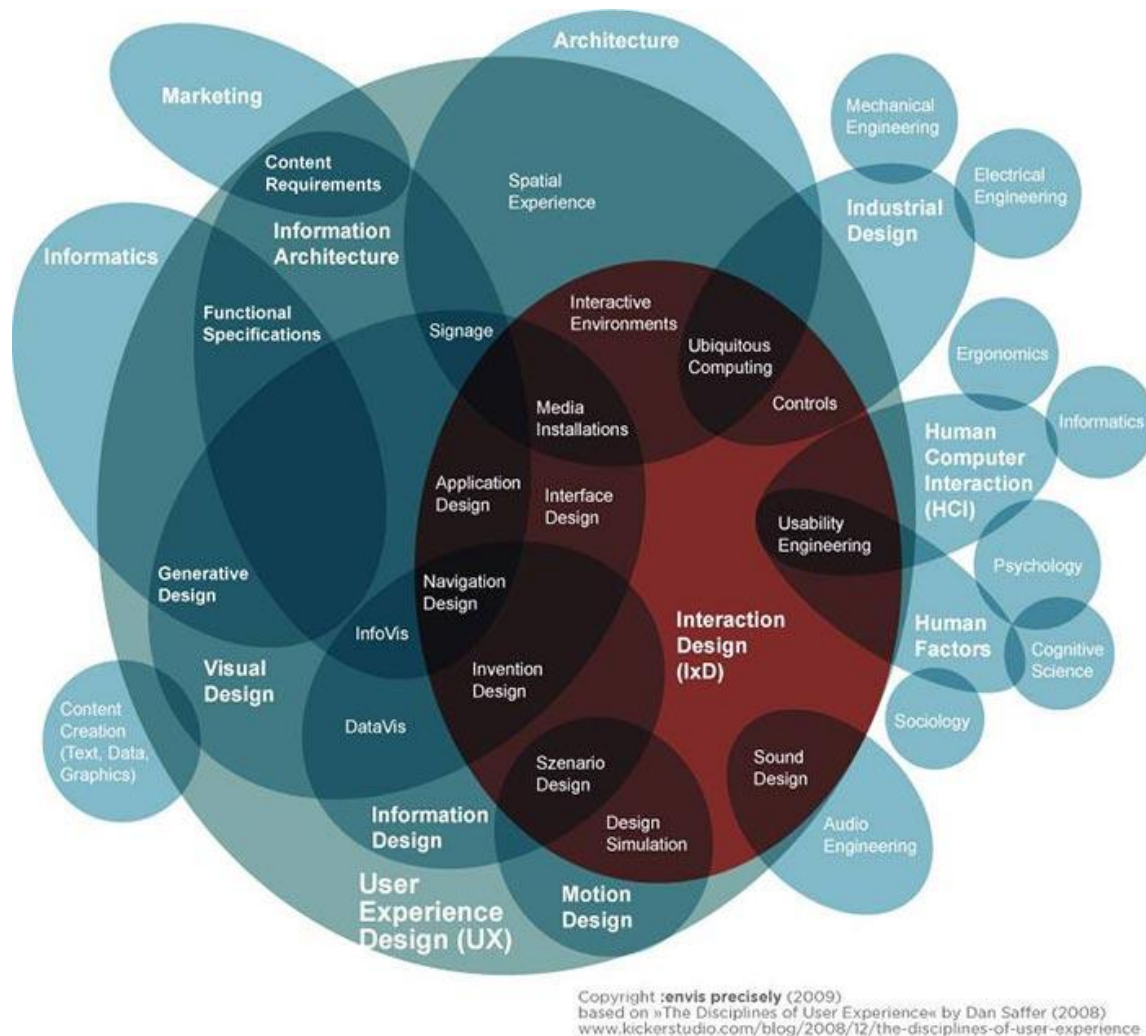


Figura 2. 1: Comunidades que interactúan con HCI. Fuente: (Envis Precisely, 2009)

El 1990, HCI pasó de ser una ciencia de diseño o una guía para diseñadores, a ser una serie de comunidades de diseño, esa nueva concepción coincidió con avances sustanciales en las tecnologías de interfaz de usuario que cambiaron gran parte del valor de propiedad potencial de las interfaces de usuario en un diseño gráfico y ontologías mucho más ricas de la experiencia del usuario (Myers, 1996) .

HCI forma parte de algunos programas académicos que acogen a diferentes tipos de profesionales: diseñadores de experiencia de usuario, diseñadores de



interacción, diseñadores de interfaz de usuario, diseñadores de aplicaciones, ingenieros de usabilidad, desarrolladores de interfaces de usuario, desarrolladores de aplicaciones, comunicadores técnicos / diseñadores de información en línea, y más (Carroll, 2012).

2.3. Interfaces de usuario inteligentes

Las interfaces de usuario inteligentes son interfaces hombre-computador que tienen el objetivo de mejorar la eficiencia, efectividad, y naturalidad de la interacción representando, razonando o actuando en base a una serie de modelos (López-Jaquero et al., 2006).

Si bien la interacción se dio a partir de la creación de los primeros computadores. Pues uno de los primeros pasos para la creación de interfaces inteligentes se puede considerar a la prueba de *Turing*, donde se pretende entablar una conversación con una máquina (Maybury, 1998). Luego se enfocaron en el desarrollo de interfaces de lenguaje natural entre las décadas de los años 1970 y 1980, donde las interfaces DM (*Direct-Manipulation*) fueron creadas con características tales como: menús contextuales, mouse y otros controles. A partir de aquí surgieron problemas con la extracción de datos, el aprendizaje automático, el reconocimiento del habla y de la visión, debido a la dificultad de utilizar tales interfaces. A partir de 1994, las IUI comenzaron a tomar forma, observando el surgimiento de agentes y sistemas de recomendación en Internet; más tarde, en 1996 apareció un sistema de reconocimiento y desarrolló de aplicaciones con lenguaje natural. Finalmente, en 1997, Microsoft lanzó su "Sistema de ayuda de asistente de Office inteligente" (Maybury, 1998). Desde este evento, el progreso en IUI parece haberse estancado parcialmente y solo unos pocos estudios sobre IUI han aparecido en los últimos años (Maybury, 1998).

Los problemas dados por (Ehlert, 2003), se solucionan con la aplicación de IUIs, dichos problemas y soluciones son:

- **Falta de sistemas personalizados:** Se puede decir que no hay dos personas iguales, dado que cada uno posee sus propios hábitos, preferencias y métodos de trabajo y ambiente. Por lo que se podría crear una interacción personalizada. Si un usuario usa un sistema, la interfaz puede comunicarse con el mismo de manera especial usando sus propias características.
- **Desbordamiento de información:** Debido al gran crecimiento de la tecnología ha ido creciendo la cantidad de información disponible en un computador e internet, por lo que a una persona se le dificulta encontrar información, las IUIs pueden proponer fuentes de información nuevas y útiles que el usuario no conoce.

- **Dificultad de uso de nuevo programas:** Al comenzar al usar un nuevo sistema se dificulta la interacción, con el paso del tiempo el sujeto puede aprender a usar el sistema, pero podrían aparecer nuevas versiones o nuevas funcionalidades y no pueden mantener el ritmo con los computadores. Los sistemas con IUIs pueden detectar errores, corregir al usuario y proporcionar información que facilite el uso del sistema.
- **Carga de tareas:** Existen sistemas que poseen demasiada carga de tareas para el usuario, y podrían volverse repetitivas. Las IUIs inspeccionan las tareas que el usuario está realizando, comprende, reconoce su interacción y toma alguna tarea como completada lo que genera la reducción de tareas al usuario.
- **Interacción solamente con el uso de teclado y mouse:** Con la aplicación de IUIs se analiza otras formas de interacción proporcionando múltiples interacciones, donde las personas con discapacidad podrían usar un sistema tecnológico más fácilmente adaptado a sus condiciones y necesidades.

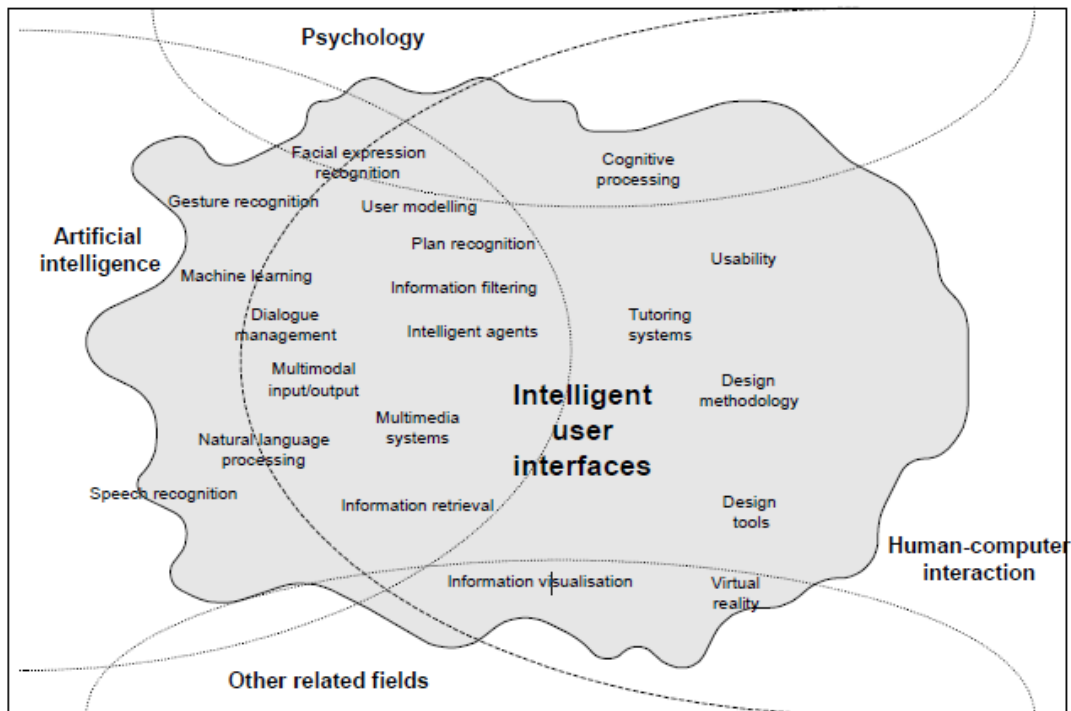


Figura 2. 2: El campo de las IUIs. Fuente:(Ehlert, 2003)

En la Figura 2. 2: El campo de las IUIs. Fuente:(Ehlert, 2003) se presenta las relaciones de HCI con el campo de investigación de IUIs, el mismo que abarca: Metodologías de diseño, usabilidad, modelado de usuario, machine learning, sistemas multimedia, etc.



2.3.1. Principios de usabilidad de sistemas inteligente

La usabilidad es una característica de calidad, define si la interfaz gráfica es fácil de usar, se usa para diseñar nuevas tecnologías con el fin de facilitar la interacción del hombre con el computador. Además, se define como la medida de calidad de la experiencia del usuario al usar una nueva tecnología o sistema.

A más de los criterios de usabilidad que son: facilidad de aprendizaje, eficiencia, visualización, retención sobre el tiempo, manejo de errores, satisfacción y nivel de seguridad. Sastoque, Narváez y Garnica (2016) consideran criterios adicionales centrados en el usuario como: enfoque en usuario y tareas, mediciones empíricas y diseño iterativo. Los mismos que forman parte de la guía de diseño llama *Criterios de usabilidad* definidos en el capítulo 4.

2.3.2. Consideraciones de diseño para IUIs

En la actualidad existen varias consideración de diseño de interfaces de usuario en general , pero Ehlert (2003) ha mencionado algunas consideraciones de diseño de IUIs las cuales son:

- Desarrollo de interfaz paralela al desarrollo de la aplicación de software, es necesario realizar esta actividad para enfocar al encargado de aplicar las técnicas de adaptabilidad solamente en esta actividad.
- No molestar la interacción del usuario: El usuario debe ignorar las acciones de IUI, es decir, es mejor sugerir en lugar de actual.
- Operación en tiempo real: Es importante que las IUIs realicen su trabajo mientras el usuario está trabajando en el sistema.
- Aprovechar el tiempo: Mientras el usuario piensa en cómo actual la interfaz debe poseer la capacidad de procesamiento de datos.
- Monitorear las actividades del usuario: Aprovechar toda la mayor cantidad de información posible del usuario para predecir su comportamiento.
- Considerar las preferencias del usuario: Cada persona es diferente y posee sus propias preferencias en cuanto al manejo de un sistema por lo que un estilo puede confundir a otro usuario.

2.3.3. Técnicas de las IUIs

La función principal de las interfaces inteligentes es la de mejorar la comunicación entre el hombre y el computador, mediante la utilización de algunas técnicas mencionadas por: tecnologías de entrada inteligente, modelado de usuarios, adaptabilidad de usuarios, generación de explicación.



Tecnología de entrada inteligente

Técnicas que se usan para obtener información del usuario a través de lenguaje natural, seguimiento al usuario y reconocimiento de gestos, reconocimiento facial, seguimientos de miradas, etc.

Modelado de usuarios

Técnicas que permiten a un sistema de software crear una funcionalidad a partir de conocimiento del usuario basado en las entradas de datos o dispositivos.

Adaptabilidad de usuarios

Las IUIs forman un subcampo de la investigación en HCI y sus objetivos son mejorar la interacción en el uso de las tecnologías existentes, brindando soluciones de adaptabilidad al usuario y nuevos métodos de comunicación (Ehlert, 2003).

- Las técnicas de adaptabilidad al usuario se resuelven con la aplicación de algoritmos de aprendizaje lo que consiste en ir almacenando el comportamiento del usuario, sus preferencias y sus características únicas, además se puede introducir técnicas de adaptabilidad mediante el uso de técnicas de inteligencia artificial.
- Entre los nuevos métodos de comunicación están la creación de sistemas de lenguaje natural, reconocimiento de gestos, e imagen y por último interfaces multimodales.

Generación de explicación

Técnicas que permiten a un sistema explicar los resultados obtenidos tras la realización de una tarea o actividad mediante las salidas de voz, agentes de interfaces inteligentes, retroalimentación táctil en ambientes de realidad virtual.

2.4. Modelo de calidad de software

Según el portal de la ISO, el modelo de calidad ISO/IEC 25010 sirve para evaluar la calidad del producto de software y sus características, el mismo está formado por un modelo de calidad del producto y un modelo de calidad de uso.

2.4.1. Modelo de calidad del producto

El modelo de calidad del producto se encuentra definido por ocho características mencionadas por la ISO que son:

- Adecuación funcional: representa la capacidad de un producto que posee las funciones específicas que satisfacen las necesidades principales.



- Eficiencia de desempeño: representa la cantidad de recursos que se utilizan en el desarrollo del producto de software.
- Compatibilidad: determina si un producto de software es capaz de intercambiar información. Capacidad que tiene un producto para ser ap
- Usabilidad: determina si un producto es fácil de usar.
- Fiabilidad: capacidad de un producto para desempeñar funciones bajo ciertas condiciones y características especificadas.
- Seguridad: representa la capacidad de un producto para proteger la información que posee para que ninguna persona no autorizada pueda leer o modificarlo.
- Mantenibilidad: capacidad de un producto para ser modificado.
- Portabilidad: capacidad de un producto para ser transportado de un entorno a otro.

2.4.2. Calidad en uso

El modelo de calidad de uso es un conjunto de atributos relacionados con la aceptación por parte del usuario final y seguridad, que contiene algunas características mencionadas por la ISO:

- Eficacia: capacidad del software para permitir al usuario realizar tareas con normalidad
- Productividad: rendimiento de las tareas cotidianas realizadas por el usuario final
- Libertad de riesgo: medición de niveles de riesgos, económicos, ambientales, salud, etc.
- Satisfacción: satisfacción del uso del software
- Contexto de uso: completitud del contexto y flexibilidad.

El objetivo de la ingeniería de software al igual que el objetivo de la metodología propuesta AMCIAAL es crear aplicaciones de calidad, por lo que se consideran algunas características para cumplir con esos objetivos.

2.5. Ambientes de vida asistidos (AAL)

Desde el 2008, la Unión Europea ha financiado un programa llamado *Ambient Assisted Living Joint Programm*, el cual tiene como objetivo de mejorar las condiciones de vida de los adultos mediante las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) (Arroyo, Finkel, 2008). De ahí, el concepto de ambientes de vida asistida (Ambient Assisted Living – AAL) o “vida asistida por el entorno” es una asistencia mediante el uso de dispositivos tecnológicos. Además es importante mencionar que AAL no sólo se limita a mejorar la calidad de vida del



Universidad de Cuenca

adulto mayor sino también a la de sus familiares y proveedores de atención médica, enfocándose a múltiples necesidades y beneficios (Calvaresi et al., 2016).

Para definir de mejor manera el término AAL, se exponen los objetivos del programa (AAL EUROPE, 2016):

- Extender el tiempo de vida en entornos preferidos al aumentar su autonomía, autoconfianza y movilidad.
- Mantener la salud y la capacidad funcional en los adultos mayores.
- Promover un estilo de vida mejor y más saludable para personas en riesgo.
- Mejorar la seguridad, evitar el aislamiento social y apoyar la preservación de la red multifuncional alrededor del individuo.
- Apoyar a cuidadores, familiares y organizaciones de cuidado de personas de la tercera edad.
- Aumentar la eficiencia y la productividad de recursos utilizados en las sociedades que envejecen.



Capítulo 3. Estado actual de la investigación en ambientes de vida asistida y en interfaces de usuario inteligentes

En este capítulo se presentan dos estudios secundarios que han permitido la determinación del estado actual de la investigación. En primer lugar, en la sección 3.1 se detalla el método aplicado para la recolección de la información que es útil para la elaboración de este capítulo. En la sección 3.2 se presenta el mapeo sistemático sobre las tecnologías actualmente desarrolladas que utilizan AAL, los criterios más apropiados para elegir una solución AAL, los grupos más vulnerables que se benefician al utilizar las tecnologías AAL existentes. Por último, en la sección 3.3 se presenta un mapeo sistemático sobre las aplicaciones que se han desarrollado hasta la actualidad, en donde se analiza si pertenecen al grupo de tecnologías de AAL, estrategias que se podrían utilizar para aplicar IUI en AAL, un breve análisis de evolución del paso de los años y en qué países esta tecnología ha sido abordada con mayor interés.

3.1. Introducción a los Mapeo Sistemáticos

Existen estudios primarios que contribuyen al estudio secundario y un estudio secundario es una revisión o mapeo sistemático. Además, se considera a una revisión sistemática de la literatura como un medio para identificar, evaluar e interpretar toda la información disponible sobre un tema específico (Kitchenham, 2004). Un mapeo sistemático o estudio del alcance permite realizar una revisión amplia de estudios primarios de una área específica y su objetivo es identificar que evidencia está disponible en el tema (Kitchenham, Charters, 2007). Existen algunas razones importantes para realizar un estudio secundario las cuales ha sido nombradas por Kitchenham, (2004):

- Resumir la evidencia existente.
- Identificar brechas de investigación para sugerir áreas de investigación.
- Proporcionar un marco para proporcionar nuevas actividades de investigación.

Método de investigación

En la Figura 3. 1. Se observan los pasos para la elaboración del mapeo sistemático con la metodología de Kitchenham, (2004).

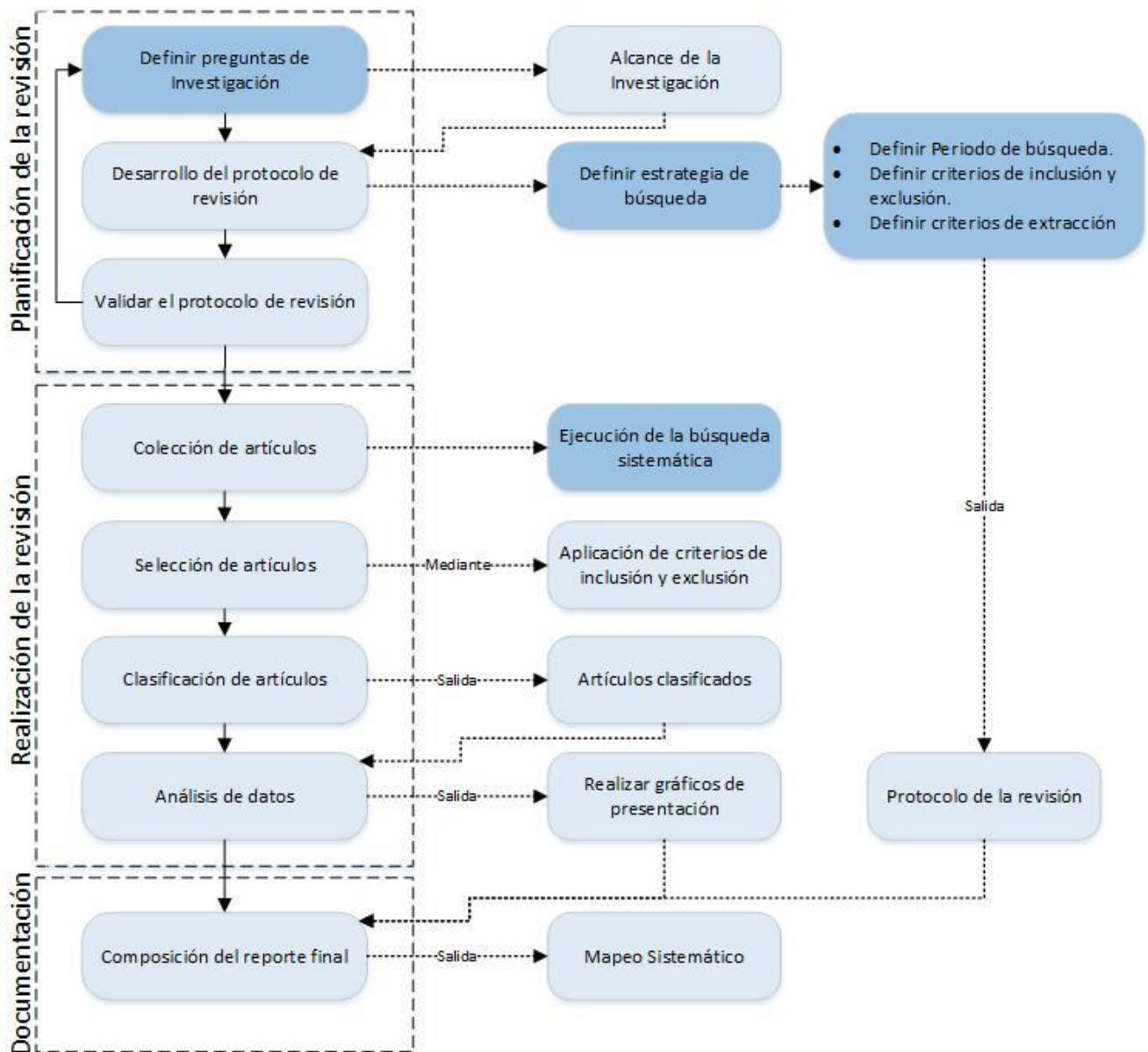


Figura 3. 1: Pasos para la elaboración de la revisión sistemática. Fuente: Elaboración Propia

- **Planificación de la revisión:** que consiste en *definir las preguntas de investigación* con lo cual se está establece el alcance de la investigación, *desarrollo del protocolo de la revisión* y *validación del protocolo de revisión* y en caso de que existan inconsistencias se tendrá que retornar a la definición de las preguntas de investigación.
- **Realización de la revisión:** básicamente consiste en la *colección de artículos* mediante la ejecución de la búsqueda sistemática. Luego, se hace la *selección de artículos* mediante la aplicación de criterios de inclusión y



exclusión, para luego proceder a la *clasificación de artículos* con criterios de extracción. Finalmente, se hace el análisis de los datos utilizando los artículos clasificados, obteniéndose gráficos estadísticos de los hallazgos en la investigación.

- **Documentación:** Es la *composición del artículo final* mediante la utilización del protocolo de la revisión y los gráficos representativos.

3.2. Mapeo sistemático en tecnologías de vida asistida

A continuación, se pondrá en ejecución los pasos para realizar un mapeo sistemático de estudios primarios correspondientes al dominio de las tecnologías de vida asistida (AAL-*Ambient Assisted Living*).

3.2.1. Fase de planificación

A continuación se presentan algunas revisiones sistemáticas en el dominio de AAL: (Calvaresi et al., 2016), (Villarreal et al., 2016), (Queirós et al., 2015) (Steinke et al., 2012), (Kötteritzsch, Weyers, 2016), los que se diferencian por la metodología usada y el objetivo que cada uno persigue.

La metodología aplicada por Calvaresi et al., (2016) y Villarreal et al., (2016) es la propuesta por Kitchenham, (2004). Calvaresi et al., (2016) presenta un análisis de más de 10 años de literatura relevante centrada en las necesidades de las partes interesadas, es decir un análisis del dominio de AAL, además muestra soluciones planteadas adaptativas a las tecnologías disponibles. Las preguntas de investigación son: (i) ¿cuáles son las soluciones AAL existentes? y (iii) ¿Cuáles con los requisitos que las soluciones AAL están tratando de hacer frente y en la medida en que estos se adhieren a los requisitos?, para la presentación de resultados se ha realizado un análisis demográfico, de donde se han hallado coincidencias con nuestro trabajo, a diferencia de este trabajo, nuestro estudio muestra las criterios médicos para elegir la solución más apropiada para AAL, clasificándolas por áreas o grupos más vulnerables. Villarreal et al., (2016), presenta un estudio que identifica el trabajo, la investigación y las publicaciones en el campo de la monitorización móvil de los pacientes a través de aplicaciones o soluciones comerciales o no comerciales en M – Health. Resulto interesante realizar su estudio ya que presenta resultados de gran importancia para los adultos mayores. A pesar de ser un buen artículo, el mismo no presenta estudios relacionados a este trabajo.

Queirós et al., (2015), hace un estudio de la necesidad de mejorar la integración e interoperabilidad de los sistemas tecnológicos, para promover desarrollos centrados en el usuario. Este análisis propone, que los dispositivos estén disponibles en lugares que más frecuentan los adultos mayores para permitir la interacción con el usuario y generar información mediante el uso de



sensores que puedan transmitir dicha información con el fin de obtener un razonamiento de alta capacidad de tomar de decisiones, para dar un diagnóstico certero y confiable a los usuarios. Sin embargo este estudio no abarca las tecnologías más usadas en AAL.

Steinke et al., (2012) presenta un estudio sobre el nivel confianza de los adultos mayores en las nuevas tecnologías, los modos de conexión de los sensores y características de AAL. Donde su pregunta de investigación es ¿No confiar en la tecnología, permite que los adultos mayores puedan vivir de manera independiente y segura en sus hogares?, para lo cual se estableció una encuesta a un número determinado de personas de la tercera edad. A diferencia del presente trabajo de titulación, este estudio no presenta un análisis de los grupos más vulnerables que podrían beneficiarse de estas tecnologías.

Kötteritzsch (Kötteritzsch, Weyers, 2016), se proyecta el objetivo de analizar el impacto de los sistemas de AAL en áreas urbanas y señalar los desafíos para investigaciones futuras. Este artículo resulta de importancia ya que se centra en las siguientes preguntas: ¿Qué influencias potenciales tienen las tecnologías de apoyo sobre los adultos mayores en las zonas urbanas? Y ¿Qué desafíos y oportunidades surgen cuando se implementa las tecnologías de asistencia para los adultos mayores en las zonas urbanas? Además, presenta una visión general de las tecnologías desarrolladas hasta el momento, sin embargo, el estudio no presenta los criterios para elegir la solución más apropiada de AAL y que grupos vulnerables se benefician de estas tecnologías.

En definitiva, es importante realizar un análisis del estado actual de AAL, la tecnología desarrollada hasta el momento y describir las áreas o grupos vulnerables que se benefician de estas tecnologías, presentando una serie de soluciones más apropiadas.

Preguntas de investigación

La pregunta principal de investigación es: *“¿Cuáles son las tecnologías más usadas en el campo de AAL y que problemas se resuelven con ellas?”*.

Sub-preguntas de investigación

- **RQ1:** *¿Que tecnologías y dispositivos son los más usados en AAL?*
- **RQ2:** *¿Cuáles son los criterios médicos para elegir la solución más adecuada en AAL?*
- **RQ3:** *¿Cuáles son las áreas o grupos más vulnerables para implementar AAL?*
- **RQ4:** *¿Cómo se aborda la investigación en los estudios de AAL?*



Estrategia de búsqueda

Las conferencias, workshops, libros y revistas son analizados con el fin de extraer los estudios primarios más significativos los más representativos son los que se muestran a continuación:

- Conferencias y workshops
 - Conferencia de informática de salud (**Health Informatics Conference**)
 - Conferencia internacional sobre informática de la salud (**International Conference on Health Informatics**)
 - Desarrollo de inteligencia ambiental (**Ambient Intelligence Developments**)
 - Conferencia Internacional de Comunicación de Banda Ancha, Tecnología de la Información y Aplicaciones Biomédicas (**International Conference of Broadband Communication, Information Technology and Biomedical Applications**)
- Libros y revistas
 - Evaluación de tecnología de salud (**Health Technology Assessment**)
 - Revista Internacional de evaluación de tecnología en cuidado de la salud (**International Journal of Technology Assessment in Health Care**)
 - Tecnología y cuidado de la salud (**Technology and Health Care**)
 - Estudios en Tecnología de la Salud e Informática (**Technology and Health Care**)
 - Revista de salud y tecnología (**Health and Technology Journal**)

Para las búsquedas automáticas de artículos relacionados se considera las siguientes bibliotecas:

- ACM – Digital Library.
- IEEE Xplore – Digital Library.
- Springer Link.

Para esas bibliotecas se ha propuesto una cadena de búsqueda considerando las sub-preguntas de investigación, dicha cadena se presenta en la Tabla 3. 1.

Concepto	Sub-Cadena	Conector	Términos Alternativos
Ambientes de vida Asistidos	Ambient Assisted Living	OR	
AAL	AAL	AND	
Tecnologías, técnicas	Techn*	OR	Techniques, technologies, technology, technical
Dispositivos	Device	OR	Devices
Investigación	Research	AND	Research



Adulto mayor	Elder*	AND	Elderly
Salud	Health	OR	Health, Healthcare
e-salud	e-health		e-health
(Ambient Assisted Living OR AAL) AND (Techn* OR Device OR research) AND Elder* AND (Health* OR e-health)			

Tabla 3. 1: Formación de la cadena de búsqueda. Fuente: Elaboración propia

Periodo de búsqueda

Las búsquedas se realizarán desde el año 2008, que fue cuando la ENEA (Agencia Nacional Italiana para las Nuevas Tecnologías, la Energía y el Desarrollo Económico Sostenible) consideró que AAL es un programa de investigación europeo, basado en el artículo 185 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea, que se inició en 2008 y durará hasta 2013. AAL se centra en la investigación sobre tecnologías innovadoras para ayudar a las personas mayores en el hogar. Las áreas involucradas son telecomunicaciones, informática, nanotecnología, microsistemas, robótica y nuevos materiales (ENEA, n.d.), además existe un libro donde se menciona que se presentó una iniciativa por parte de la unión europea con varios estados miembros para obtener sinergias en términos de gestión y Recursos financieros, garantizando un único mecanismo de evaluación común con la ayuda de expertos independientes (Garcia, 2015).

Criterios de inclusión y exclusión

Los siguientes aspectos serán criterios para **inclusión** de artículos en la revisión:

- Estudios que presentan tecnologías para AAL.
- Estudios que presentan criterios médicos para elegir AAL.
- Estudios que presentan áreas o grupos vulnerables para implementar AAL.
- Estudios que presentan investigación en AAL.

Los siguientes aspectos serán criterios para **exclusión** de artículos en la revisión:

- Artículos introductorios de ediciones especiales: revistas, libros, conferencias, etc.
- Estudios duplicados en diferentes fuentes.
- Artículos cortos con menos de cinco páginas.
- Artículos escritos en otras leguas excepto el inglés.

Criterios de extracción

Con el fin de responder a las sub-preguntas de investigación, se han propuesto algunos criterios de extracción, presentados en la Tabla 3. 2.



RQ1: ¿Qué tecnologías y dispositivos son los más usados en AAL?		
EC1	Wearables y dispositivos	Zapatos, Camisas, Relojes, Gafas, Accesorios/muebles, Accesorios de casa
EC2	Software	Sitio Web, Aplicaciones, Sistemas Embebidos, Ninguno de ellos.
EC3	Usuarios	Usuario Final, Relativos, Médico, Otros
EC4	Tipo de medición	Ritmo cardiaco, Presión sanguínea, Temperatura, Otros
EC5	Ambiente	Hogar, Hospital
EC6	Solución ofrecida	Arquitectura, Prototipo, Dispositivo final, Simulador, Otros
RQ2: ¿Cuáles son los criterios médicos para elegir la solución más adecuada en AAL?		
EC7	Emergencia	Asistido, No asistido
EC8	Discapacidad	Demencia, Alzheimer, Condiciones crónicas, Otros
EC9	Accesibilidad económica	Bajo, Medio, Alta
RQ3: ¿Cuáles son las áreas o grupos más vulnerables para implementar AAL?		
EC10	Grupos	Adulto Mayor, Discapacitado, Niños, Mujeres Embarazadas, Otros
RQ4: ¿Cómo se aborda la investigación en los estudios de AAL?		
EC11	Fase	Análisis, Diseño, Implementación, Testeo
EC12	Tipo de validación	Prueba de conceptos, Encuesta, Experimento, Prototipo, Otros
EC13	Alcance del enfoque	Industria, Academia
EC14	Metodología	Nueva, Extensión
EC15	Año de publicación	
EC16	País	

Tabla 3. 2: Criterios de extracción para el mapeo sistemático en AAL. Fuente: Elaboración propia

Aseguramiento de la calidad de los estudios

Además de los criterios generales de inclusión y exclusión, es crítico evaluar la "calidad" de los estudios primarios. Se utilizará un cuestionario de escala de Likert



Universidad de Cuenca

de tres puntos para proporcionar una evaluación de la calidad de los estudios seleccionados. En el cuestionario constan las siguientes preguntas subjetivas:

- a) El estudio presenta temas sobre tecnologías para AAL.
- b) El estudio presenta problemas sobre los criterios para elegir la solución AAL más apropiada. El estudio ha sido publicado en una conferencia o revista relevante.
- c) El estudio ha sido citado por otros autores.

Las posibles respuestas para los criterios a y b son: (+1) De acuerdo, (0) Parcialmente de acuerdo, (-1) En desacuerdo. Finalmente, para el criterio (c) se tendrá en cuenta el número de citas puntuando con (+1) a artículos con 4 citas o más, (0) a artículos con 1 a 3 citas y (-1) a artículos que no han sido citados, donde se hará un promedio del número de citaciones de los artículos.

Métodos de síntesis

Se han aplicado métodos de síntesis cuantitativos y cualitativos. La síntesis cuantitativa está basada en:

- Contar los estudios primarios que son clasificados en cada respuesta desde nuestro criterio con un (0) o un (1).
- Definir gráficos de burbujas para mostrar las frecuencias de la combinación de resultados desde diferentes sub-preguntas de investigación. Un gráfico de burbujas es básicamente un par de coordenadas x-y con burbujas en las intersecciones de las categorías. Este es útil para proveer un mapa y dar una rápida visión de un campo de investigación.
- Clasificar los estudios encontrados por año de publicación.
- Clasificar los estudios encontrados por cada conferencia de publicación

La síntesis cualitativa está basada en incluir algunos estudios representativos para cada criterio considerando los resultados de cada evaluación de la calidad, mediante la elaboración de gráficos estadísticos.

3.2.2. Fase de conducción

En la Tabla 3. 3 se muestran los resultados de las búsquedas, luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión han sido seleccionados 48 artículos. Primero, se aplica la cadena de búsqueda y dando como resultados preliminares 3304, con el objetivo de acortar el número de resultados se realizó una subcadena de búsqueda que minimice los resultados, es así, que para SpringerLink se realizó la siguiente subcadena: *(Ambient Assisted Living OR AAL) AND (Techn* OR Device) AND Elder* AND (Health* OR e-health) AND review AND (research OR development* OR stud*)* dando 1376 resultados, entre: capítulos, libros, trabajos de referencia y protocolos obteniendo 744 artículos. En ACM inicialmente se



encontraron 504 resultados, luego de aplicar la búsqueda con la siguiente subcadena (*Ambient Assisted Living OR AAL*) AND (*Techn* OR Device*) AND *Elder** AND *health** AND (*research OR development* OR stud**) se encontró 128 artículos. Finalmente en IEEEExplore se halló con una sola cadena de búsqueda 12 resultados. Dando un resultado final de 14, 31 y 3 artículos respectivamente para cada librería digital utilizada (Cedillo, Sanchez, Bermeo, 2018).

	Resultados Cadena	Resultados SubCadena	Artículos	Aceptados	Porcentaje
SpringerLink	2788	1376	744	14	29,17%
ACM	504	128	128	32	66,67%
IEEEExplore	12	12	12	2	4,17%
Total	3304	1516	884	48	100,00%

Tabla 3. 3: Resultados de la aplicación de la cadena de búsqueda. Fuente: (Cedillo et al., 2018).

En el Gráfico 3. 1 se observa el total de artículos encontrados vs el total de artículos aceptados. Luego, en la Tabla 3. 4 se muestra el número de artículos que han sido evaluados con los criterios antes mencionados y el respectivo porcentaje, el número de estudios realizados con las pautas antes mencionadas dando un resultado de 37,5% de estudios con 1 a 3 citaciones, el 29,17% son estudios con más de 4 citaciones y el 33.33% de estudios que no han sido citados. Cada uno de ellos representa 18, 14 y 16 estudios respectivamente.



Gráfico 3. 1: Artículos encontrados vs artículos aceptados. Fuente: Elaboración propia



Citations	Number	Percentage
0	18	37,50%
+1	14	29,17%
-1	16	33,33%
Total	48	100,00%

Tabla 3. 4 Porcentaje de evaluación de citaciones de artículos. Fuente: (Cedillo et al., 2018).

Los resultados de las búsquedas en las diferentes librerías digitales, revelo que un cierto porcentaje de estudios pertenecen a ciertos eventos donde se han publicado los artículos, los cuales son clasificados por librerías. En SpringerLink se evidencio cierta tendencia de estudios publicados por la Revista de Inteligencia Ambiental y Computación Humanizada con el 28.57% de estudios, seguido por Computación personal y ubicua con el 21.43% de estudios, luego el 7,14% de artículos fueron publicados en demás conferencias, gráficamente representados en la figura 2.

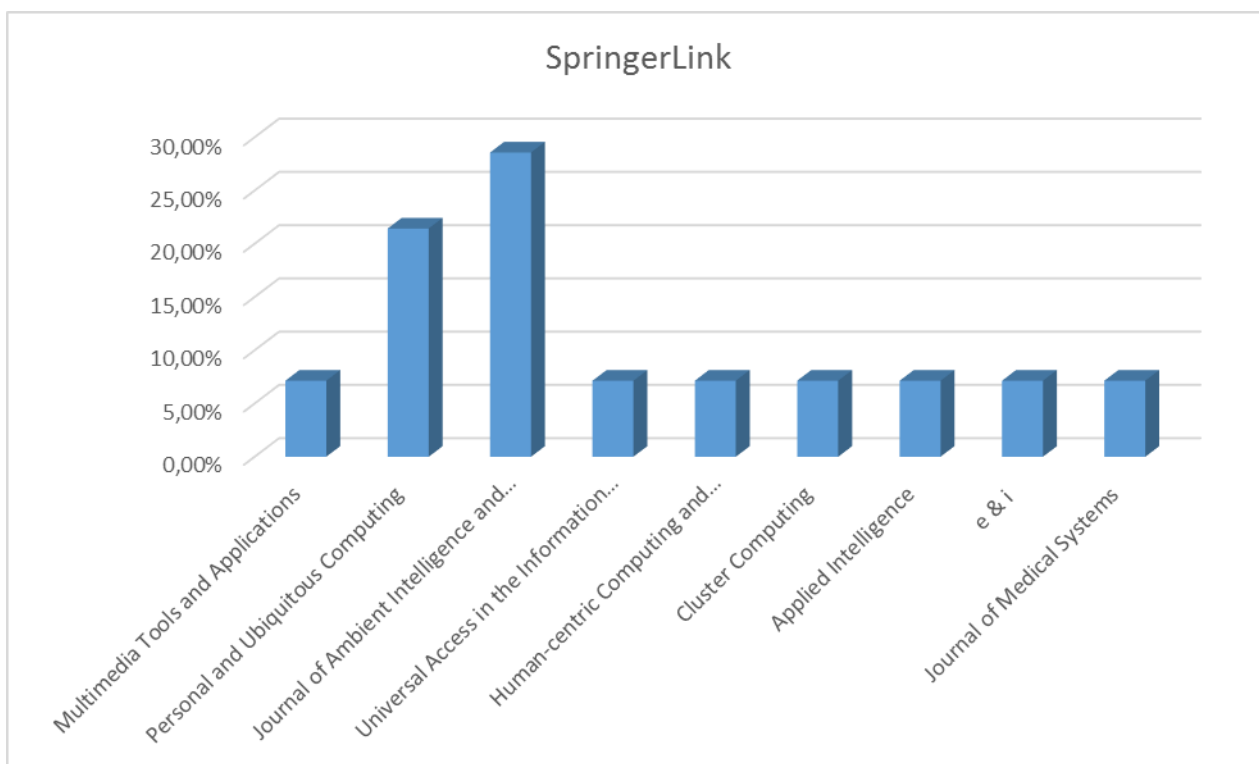


Gráfico 3. 2: Porcentaje de artículos publicados en SpringerLink. Fuente: Elaboración propia



En el Gráfico 3. 2, Gráfico 3. 3 y el Gráfico 3. 4 se observa el porcentaje de publicaciones en SpringerLink, ACM e IEEEExplore. Donde se concluye que el mayor número de publicaciones en Springer Link se han realizado en la Revista de inteligencia ambiental y computación humanizada (*Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*), en AM, 19 artículos han sido presentados en PETRA.

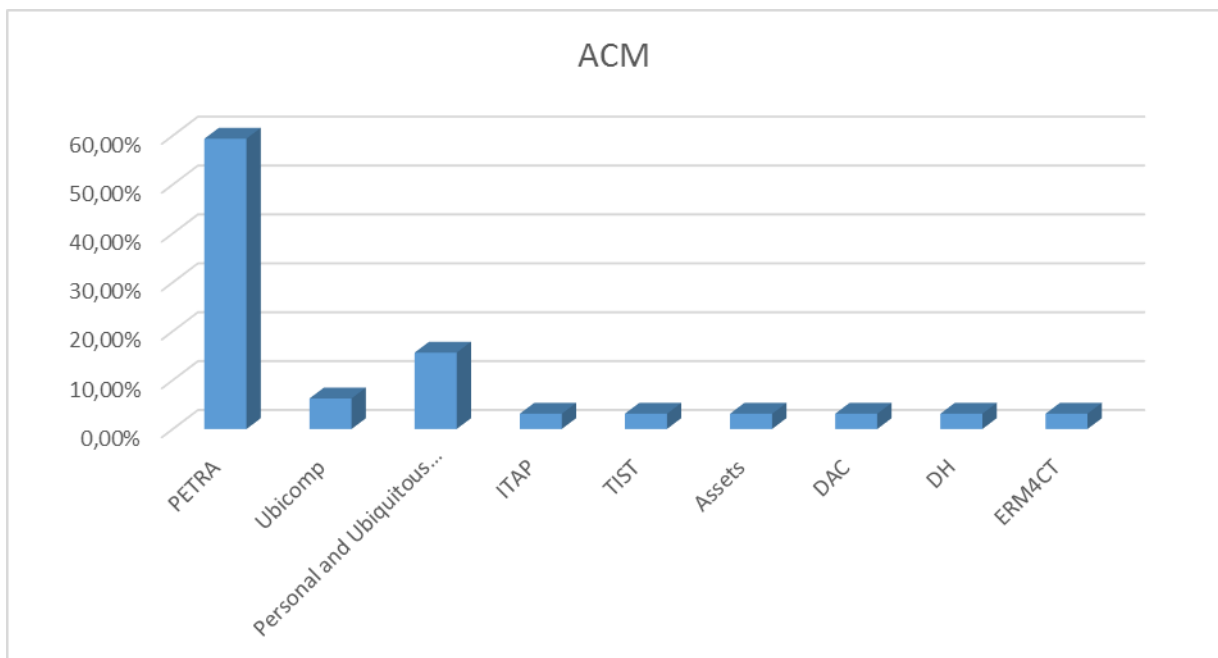


Gráfico 3. 3: Porcentaje de artículos publicados en ACM. Fuente: Elaboración propia

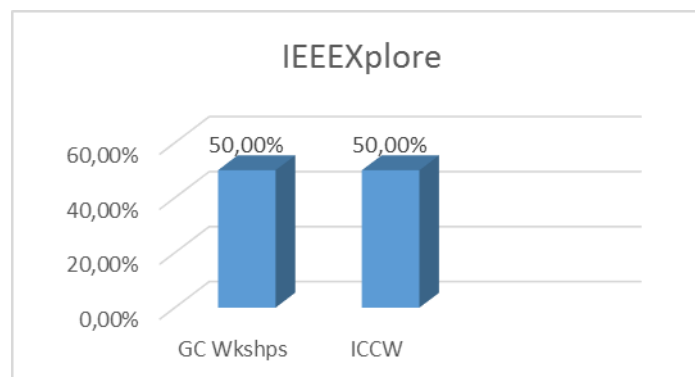


Gráfico 3. 4: Porcentaje de artículos publicados en IEEEExplore. Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Ejecución y resultados preliminares de estudios primarios

En esta sección se describen las tareas realizadas en la revisión. En el Gráfico 3. 5 se representa el número de publicaciones por año. Es necesario mencionar



que en los últimos años se han abordado mayor cantidad de publicaciones en cuanto al dominio AAL. El Gráfico 3. 6 muestra el número de artículos por ciudad, dando como resultado que España y Grecia son los países que más investigaciones han realizado en cuanto a AAL. Este fenómeno puede darse a la generación de programas de AAL en la Comisión Europea (Calvaresi et al., 2016).



Gráfico 3. 5: Artículos Clasificados por año. Fuente: Elaboración propia

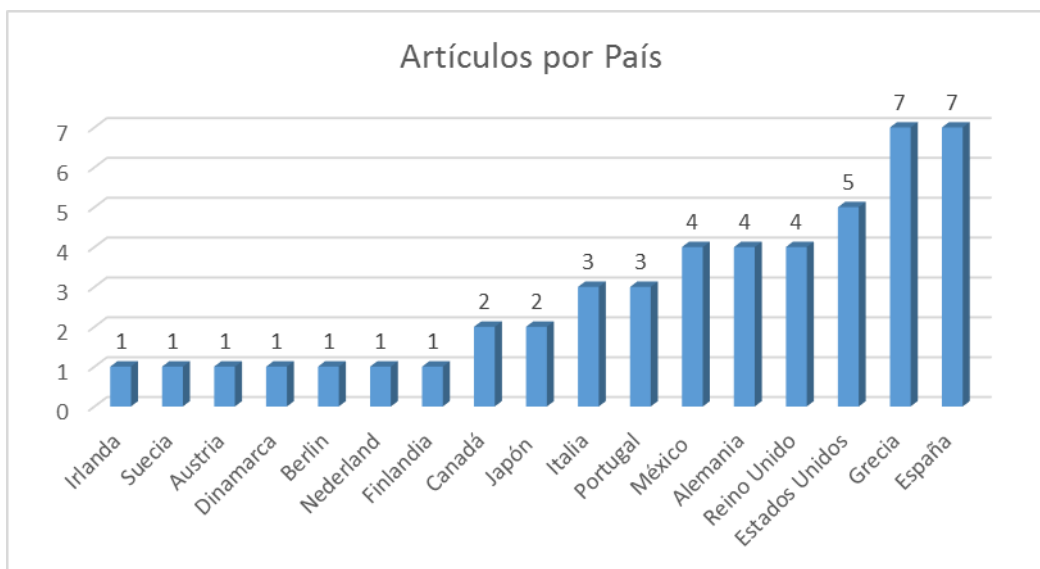


Gráfico 3. 6: Artículos clasificados por País. Fuente: Elaboración propia



Porcentajes individuales

Una vez concluida la tabulación de los resultados y después de un análisis, en la Tabla 3. 5 se muestra un resumen de porcentajes individuales de estudios y comparación de criterios.

Código	Criterios	Posibles respuestas	#	%
			Estudios	Porcentaje
RQ1: ¿Que tecnologías y dispositivos son los más usados en AAL?				
EC1	Wearables y dispositivos	Zapatos	1	3,45%
		Camisa	1	3,45%
		Reloj	2	6,90%
		Gafas	0	0,00%
		Accesorios/muebles	12	41,38%
		Accesorios del hogar	13	44,83%
EC2	Software	Sitio Web	4	7,14%
		Aplicación	22	39,29%
		Sistemas Embebidos	25	44,64%
		Ninguno de ellos	5	8,93%
EC3	Usuarios	Usuario Final	42	52,50%
		Relativos	13	16,25%
		Médico	21	26,25%
		Otros	4	5,00%
EC4	Tipo de Medición	Presión cardiaca	10	29,41%
		Presión Sanguínea	8	23,53%
		Temperatura	4	11,76%
		Otros	12	35,29%
EC4	Ambiente	Hogar	35	72,92%
		Hospital	6	12,50%
		Ambos	7	14,58%
EC5	Solución ofrecida	Arquitectura	25	49,02%
		Prototipo	11	21,57%
		Dispositivo Final	2	3,92%
		Simulador	3	5,88%
		Otros	10	19,61%
RQ2: ¿Cuáles son los criterios médicos para elegir la solución más adecuada en AAL?				
EC6	Emergencia	Asistido	22	73,33%



EC7	Discapacidad	No Asistido	8	26,67%
		Demencia	17	21,79%
		Alzheimer	13	16,67%
		Condiciones crónicas	17	21,79%
		Otros	31	39,74%
EC8	Accesibilidad Económica	Bajo	5	29,41%
		Medio	4	23,53%
		Alto	8	47,06%
RQ3: ¿Cuáles son las áreas o grupos más vulnerables para implementar AAL?				
EC9	Grupos	Adulto Mayor	47	67,14%
		Discapacitado	12	17,14%
		Niños	4	5,71%
		Mujeres embarazadas	3	4,29%
		Otros	4	5,71%
RQ4: ¿Cómo se aborda la investigación en los estudios de AAL?				
EC10	Fases	Análisis	9	15,79%
		Diseño	27	47,37%
		Implementación	9	15,79%
		Testeo	12	21,05%
EC11	Tipo de Validación	Encuesta	7	12,28%
		Experimento	11	19,30%
		Prototipo	19	33,33%
		Prueba de Conceptos	10	17,54%
		Caso de Estudio		
EC12	Alcance del enfoque	Industria	15	25,00%
		Academia	45	75,00%
EC13	Metodología	Nuevo	36	78,26%
		Extensión	10	21,74%

Tabla 3. 5: Porcentaje de estudios clasificados por los criterios de extracción del dominio AAL. Fuente: Elaboración propia

Comparación de criterios

En este trabajo presenta diagramas de burbujas para relacionar varios criterios de extracción y recuperar resultados y conclusiones sobre la investigación en el dominio AAL; el tamaño de la burbuja es proporcional al número de estudios que hablan sobre este criterio, están representados en un par de coordenadas (x, y).

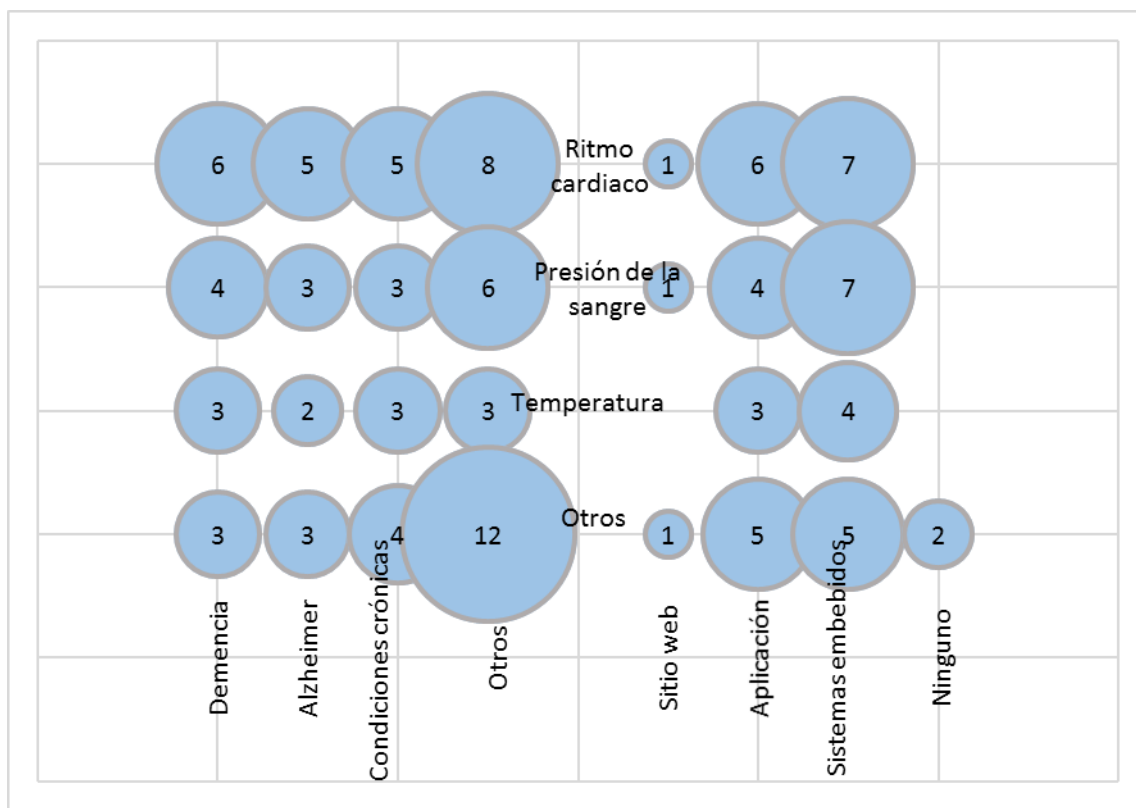


Gráfico 3. 7: Comparación de EC8: Discapacidad y EC2: Software entre EC4: Tipo de medición. Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 3. 7 el eje de las ordenadas (eje y) representado por el criterio de extracción EC4: Tipo de medición y el eje de las abscisas (eje x) representado por EC8: Discapacidad y EC2: Software, nos brinda una amplia visión sobre el desarrollo de las nuevas tecnologías que se enfocan en el bienestar del paciente, tomando en cuenta la discapacidad y los factores que puedan ser dictados con tecnologías como: presión de la sangre, temperatura corporal, etc. a partir del cual un artefacto puede actuar y brindar un mejor servicio de cuidado de la salud.

El Gráfico 3. 8 que es representado por el eje de las abscisas por EC4: Usuarios y EC6: Emergencia y por el eje de las ordenas por EC2: Software y EC4: Ambiente. Que permite visualizar algunas hipótesis:

- Los desarrollos se enfocan principalmente en el usuario final en ambientes que prefieren es decir su hogar, lo que logra alinearse a los objetivos del dominio AAL.
- El desarrollo de software permite el reconcomiendo de casos de emergencia mediante el uso de sensores y artefactos que miden la condición corporal del sujeto.
- Las tecnologías que atienden a emergencias son instaladas en el hogar.

- Existen desarrollos de tecnologías enfocadas al usuario final pero además se enfocan en los familiares y cuidadores de la salud lo que permite mejorar la monitorización de los adultos mayores.

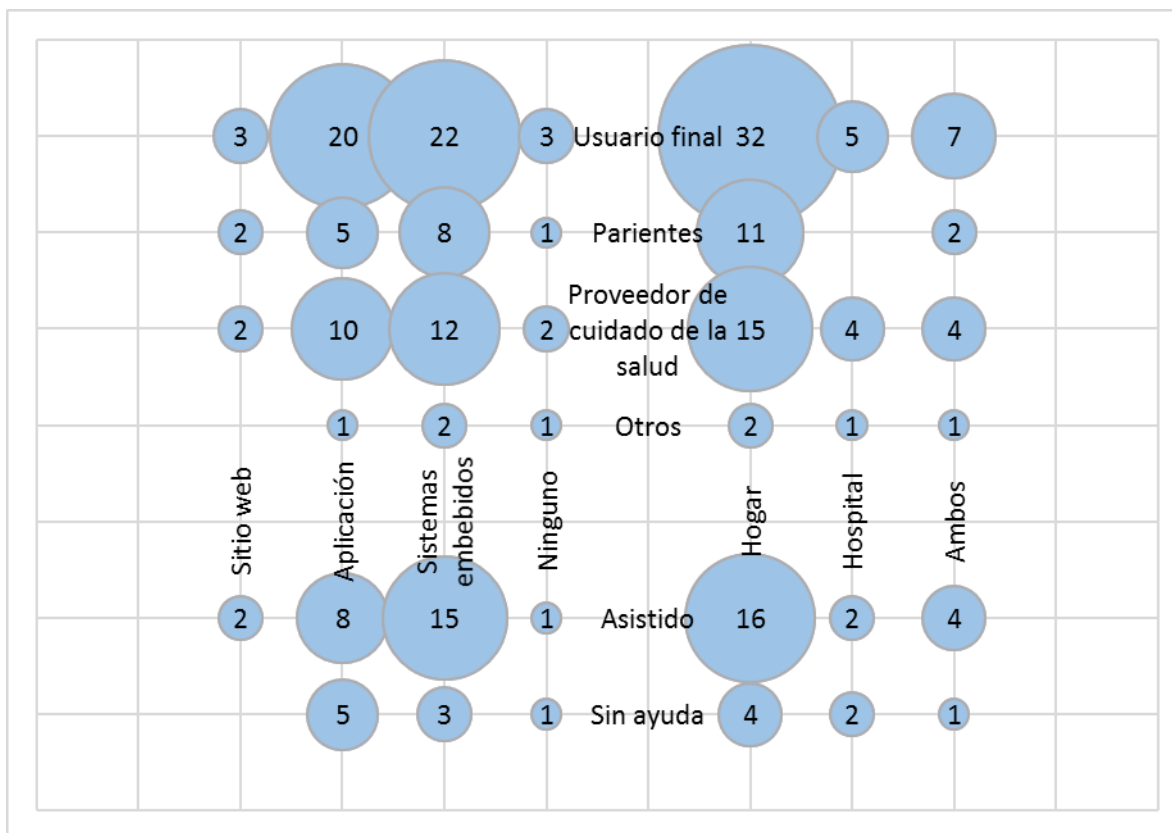


Gráfico 3. 8: Comparación entre EC4: Usuarios y EC6: Emergencia con EC2: Software y EC4: Ambiente. Fuente: Elaboración propia

Finalmente, se representa en el Gráfico 3. 9 el eje de las ordenadas por EC1: Wearables y dispositivos y en el eje de las abscisas por EC7: Discapacidad y EC4: usuarios. Lo que permite extraer algunas conclusiones:

- Los desarrollos de nuevas tecnologías de AAL se enfocan principalmente al beneficio de adultos mayores, seguidos por usuarios con discapacidad.
- Las tecnologías se enfocan en tecnologías de uso en el cuerpo y de accesorios del hogar, monitorizando al usuario.
- Los dispositivos desarrollados atienden a las necesidades del usuario en su discapacidad, además en la monitorización, entretenimiento, etc.

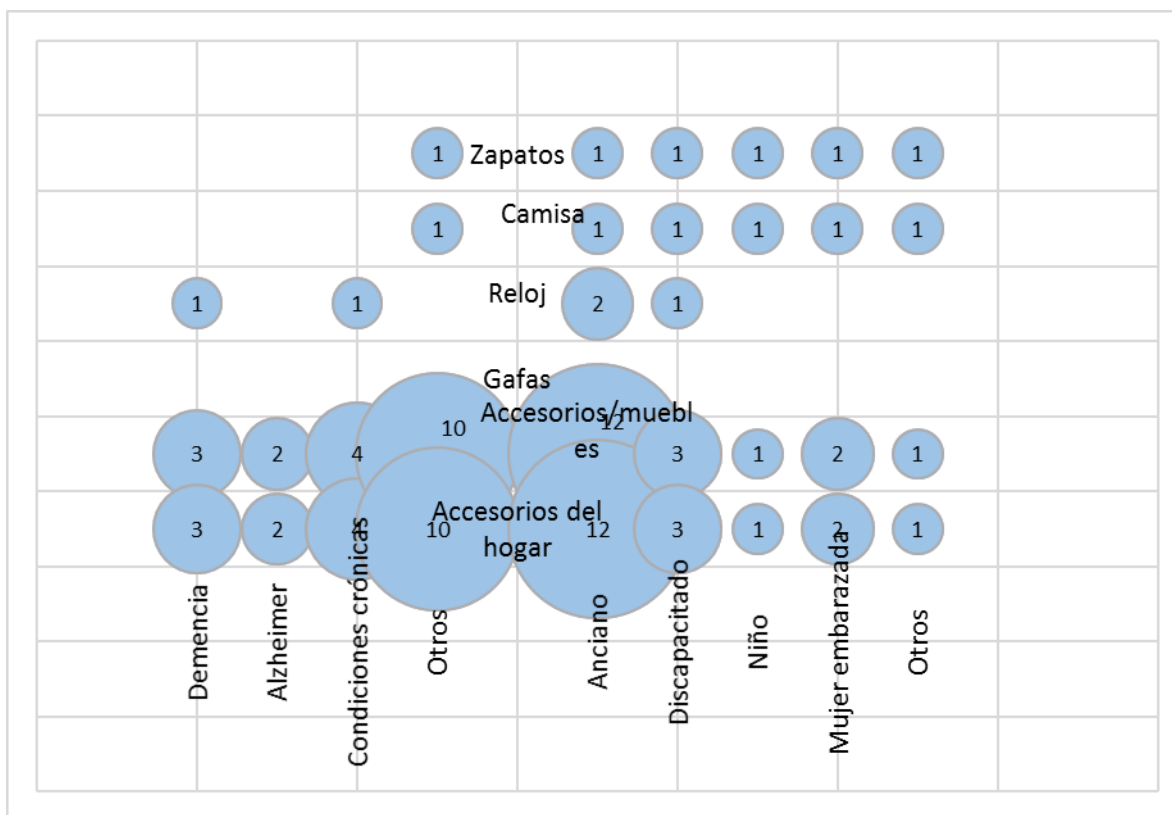


Gráfico 3. 9: Comparación entre EC1: Wearables y dispositivos y EC7: Discapacidad y EC4: usuarios. Fuente: (Cedillo et al., 2018).

3.3. Mapeo sistemático de IUIs

Con el fin de definir el estado actual de la investigación en IUIs se pretende realizar un estudio ya que hasta el momento no se han reportado estudios relacionados en este ámbito, que abarquen tecnologías con IUIs y su aplicación en AAL.

3.3.1 Fase de planificación

Hay varios estudios secundarios que enfatizan la importancia y la necesidad de tener interfaces de usuario apropiadas para un dominio dado. En esta sección, se han analizado estudios secundarios Hachey, Gasevic, (2012), Bittencourt et al., (2016), Delisle y Moulin, (2002) que abordan diferentes preocupaciones relacionadas con las IUIs.

Los autores Hachey y Gasevic, (2012) presentan un mapeo sistemático de las interfaces de usuario de la web semántica, esta investigación se basa en métodos para la evaluación de las interfaces de usuario de la web semántica y su participación en las técnicas de ingeniería de software. Sin embargo, los autores



hacen hincapié en el campo de la web semántica, sin tener en cuenta las IUIs desde la perspectiva de los usuarios y sus necesidades.

Bittencourt et al., (2016) presenta una guía para la interacción hombre-máquina, ingeniería de software y computación ubicua, con la presentación de un protocolo de investigación basado en PRISMA, que es una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metanálisis. Este estudio se enfoca en diseños de Ambientes Inclusivos de Dispositivos Múltiples, con una cuestión de interés para la realización de este trabajo: ¿Qué categorías de interfaces de usuario se han utilizado con respecto a este tema? Sin embargo, no cubre completamente las interfaces de usuario y las interfaces inteligentes.

Delisle y Moulin, (2002) mencionan una gran cantidad de investigación multidisciplinaria sobre el diseño de interfaces y recapitulan los requisitos para los sistemas de ayuda útiles. Sin embargo, este estudio no presenta un estudio sistemático, además de que este estudio data de más de 15 años, por lo que no se considera actualizado y no se refiere a las interfaces inteligentes con los avances tecnológicos actuales.

En consecuencia, dado que no se conocen trabajos que se centren en el área propuesta, es necesario desarrollar un mapeo sistemático que abarque las soluciones para el diseño de IUIs y permita realizar un análisis del estado actual de este dominio.

Pregunta de investigación

La pregunta de investigación es: *“¿Cuál es el estado actual de la investigación sobre interfaces de usuario inteligentes y cómo se relacionan estos estudios con las tecnologías AAL?”*

Sub-preguntas de investigación

- **RQ1:** *¿Cómo se utilizan las interfaces de usuario inteligentes y qué tipo de relación pueden tener con Ambientes de vida asistidos (AAL) para su aplicación?*
- **RQ2:** *¿Las interfaces de usuario inteligentes se están aplicando en AAL?*
- **RQ3:** *En el análisis de la evolución de la investigación en el diseño de IUIs, la pregunta es: ¿Cómo ha evolucionado el dominio de IUIs a lo largo de los años y dónde se está llevando a cabo?*
- **RQ4:** *¿Cómo se aborda la investigación en los estudios de IUIs?*

Estrategia de búsqueda

Las conferencias, workshops, libros y revistas son analizados con el fin de extraer los estudios primarios más significativos los más representativos son los que se muestran a continuación:



- Conferencias y workshops
 - Simposio de ACM sobre software y tecnología de interfaz de usuario salud (**ACM Symposium on User Interface Software and Technology**)
 - Conferencia internacional sobre interfaces de usuario inteligentes (**International Conference on Intelligent User Interfaces**)
 - Interfaces visuales avanzadas (**Advanced Visual Interfaces**)
 - Interfaces gráficas (**Graphics Interface**)
- Libros y revistas
 - Computadora estándar e interfaces (Computer Standard and Interfaces)
 - Revista Internacional de Interacción Hombre-Computador (**International Journal of Human-Computer Interaction**)
 - Materiales e interfaces aplicadas de ACS (**ACS applied materials & Interfaces**)

Para las búsquedas automáticas de artículos relacionados se considera las siguientes bibliotecas:

- ACM – Digital Library.
- IEEE Xplore – Digital Library.
- Springer Link.

Lo que implica generar una cadena de búsqueda considerando las sub-preguntas, los conocimientos relacionados con el dominio de IUIs, dominio AAL y los ensayos realizados utilizando un conjunto de palabras que permite la recuperación de los documentos más relacionados y la determinación de una cadena de búsqueda adecuada la misma es mencionada en la Tabla 3. 6.

Concepto	Sub-Cadena	Conector	Términos alternativos
Interfaces de usuario inteligentes	Intelligent User Interface	OR	
Interfaces de usuario adaptativas	Adaptive User Interface	OR	
IUIs	IUIs	AND	
Tecnologías	Tech*	OR	Technologies, technology, techniques
Diseño	Desig*	OR	Desing, designing
Metodología, método	Meth*	OR	Methodology, method
Atributos	Attributes		Attributes
<i>(Intelligent User Interface OR IUIs OR Adaptive User Interface) AND (Tech* OR Desig* OR Meth* OR Attrib*)</i>			

Tabla 3. 6: Formación de la cadena de búsqueda. Fuente: (Sanchez et al., 2017)



Periodo de búsqueda

Desde que Microsoft lanzó su "Sistema de ayuda de asistente de Office inteligente". Se ha estancado el desarrollo de tecnologías usando IUIs, y solo unos pocos estudios sobre IUIs han aparecido en los últimos años. Sin embargo, en este momento y dada la gran explosión tecnológica, este tema está siendo retomado. A continuación, el Gráfico 3. 10 muestra una clasificación de estudios por año, según los resultados de la investigación realizada. Sobre la base de estos antecedentes, se ha establecido un período de búsqueda que se extiende desde 1997 hasta el presente.



Gráfico 3. 10: Estudios clasificados por año. Fuente: (Sanchez et al., 2017)

Criterios de inclusión y exclusión

Los siguientes aspectos serán criterios para **inclusión** de artículos en el mapeo sistemático:

- Estudios que presentan tecnologías con IUIs o Interfaces Adaptativas.
- Estudios que presentan tecnologías donde se aplica IUIs en AAL.
- Estudios que presentan técnicas y atributos de calidad en IUIs.
- Estudios que presentan investigación en IUIs o Interfaces Adaptativas.

Los siguientes aspectos serán criterios para **exclusión** de artículos en la revisión:

- Artículos introductorios de ediciones especiales: revistas, libros, workshops, etc.
- Estudios duplicados en diferentes fuentes.
- Artículos cortos con menos de cinco páginas.



- Artículos escritos en otras leguas excepto el inglés.

Criterios de extracción

Los criterios de extracción utilizados se muestran en la TABLA II, estos criterios se seleccionaron acuerdo con la lectura de algunos documentos, revisión del marco teórico de interfaces de usuario, IUIs y el alcance deseado para la investigación.

RQ1: ¿Cómo se utilizan las interfaces de usuario inteligentes y qué tipo de relación pueden tener con ambientes de vida asistidos (AAL) para su aplicación?		
EC1	Software	Sitio Web, Aplicación Móvil, Sistemas Móviles, Otros
EC2	Solución ofrecida	Arquitectura, Prototipo, Dispositivo final, Simulator, Otros.
EC3	Tipo de Aplicación	Servicio, Red Social, Juego, Sistema ubicuos - Domótica, Otros
EC4	Medio de interacción	Lenguaje, Grafico, Gestos
EC5	Construcción de la interfaz	Hardware, Software, Hardware-Software
RQ2: ¿Las interfaces de usuario inteligentes se están aplicando en AAL?		
EC6	Modo de interacción	Visual, Táctil, Auditiva, Olfativa, Gustativa
EC7	Considerado como AAL	Si, No
EC8	Usuario final	Usuario común, Usuario con discapacidad, Industria, Otros.
RQ3: En el análisis de la evolución de la investigación en IUIs, la pregunta es: ¿Cómo ha evolucionado las IUIs a lo largo de los años y dónde se está llevando a cabo?		
EC9	Evolución	País y años de publicación
RQ4: ¿Cómo se aborda la investigación en los estudios de interfaces de usuario inteligentes?		
EC10	Fase	Análisis , Diseño, Implementación, Pruebas
EC11	Tipo de validación	Prueba de conceptos, Encuesta, Experimento, Prototipo, Caso de estudio,



		Otros.
EC12	Alcance del enfoque	Industria, Academia
EC13	Metodología	Nuevo, Extensión

Aseguramiento de la calidad de los estudios

Además de los criterios generales de inclusión y exclusión, es crítico evaluar la "calidad" de los estudios primarios. Se utilizará un cuestionario de escala Likert de tres puntos para proporcionar una evaluación de la calidad de los estudios seleccionados. En el cuestionario constan las siguientes preguntas subjetivas:

- a) El estudio presenta temas sobre tecnologías con IUIs.
- b) El estudio presenta trabajos relacionados con AAL.
- c) El estudio ha sido citado por otros autores

Las posibles respuestas para los criterios a y b son: (+1) De acuerdo, (0) Parcialmente de acuerdo, (-1) En desacuerdo. Finalmente, para el criterio (c) se tendrá en cuenta el número de citas puntuando con (+1) a artículos con 4 citas o más, (0) a artículos con 1 a 3 citas y (-1) a artículos que no han sido citados, donde se hará un promedio del número de citaciones de los artículos.

Además de los criterios generales de inclusión / exclusión, se considera fundamental evaluar la "calidad" de los estudios primarios clasificándolos por: país donde se desarrolló, año de publicación y número de citas de otros autores.

Métodos de síntesis

Se ha aplicado métodos de síntesis cuantitativos y cualitativos. La síntesis cuantitativa está basada en:

- Contar los estudios primarios que son clasificados en cada respuesta desde nuestro criterio con un (0) o un (1).
- Definir gráficos de burbujas para mostrar las frecuencias de la combinación de resultados desde diferentes sub-preguntas de investigación.
- Clasificar los estudios encontrados por año de publicación.

La síntesis cualitativa está basada en incluir algunos estudios representativos para cada criterio considerando los resultados de cada evaluación de la calidad, mediante la elaboración de gráficos estadísticos.



3.3.2 Fase de conducción

Esta sección describe las tareas realizadas durante la ejecución de la revisión, con el uso de la cadena de búsqueda: *(Intelligent User Interface OR IUIs OR Adaptive User Interface) AND (Tech* OR Desig* OR Meth* OR Attrib*)*. Donde, los resultados obtenidos en las diferentes bibliotecas digitales, se muestran en la Tabla 3. 7 para búsquedas automáticas, donde se pueden observar los resultados de las búsquedas y luego de aplicar los criterios de inclusión, se seleccionaron 43 estudios primarios.

En el Gráfico 3. 11 se observa el total de artículos encontrados vs el total de artículos aceptados del dominio IUIs. Luego, en la Tabla 3. 8 se muestra el número de artículos que han sido evaluados con los criterios antes mencionados y el respectivo porcentaje.

	Resultados primarios	Resultados subcadena	Aceptados	Porcentaje
SpringerLink	94,562	405	9	20,93%
ACM	160,940	158	19	44,19%
IEEEExplore	380	448	15	34,88%
Total	255,882	1006	43	100%

Tabla 3. 7: Resultados de la aplicación de la cadena de búsqueda. Fuente: (Sanchez et al., 2017)

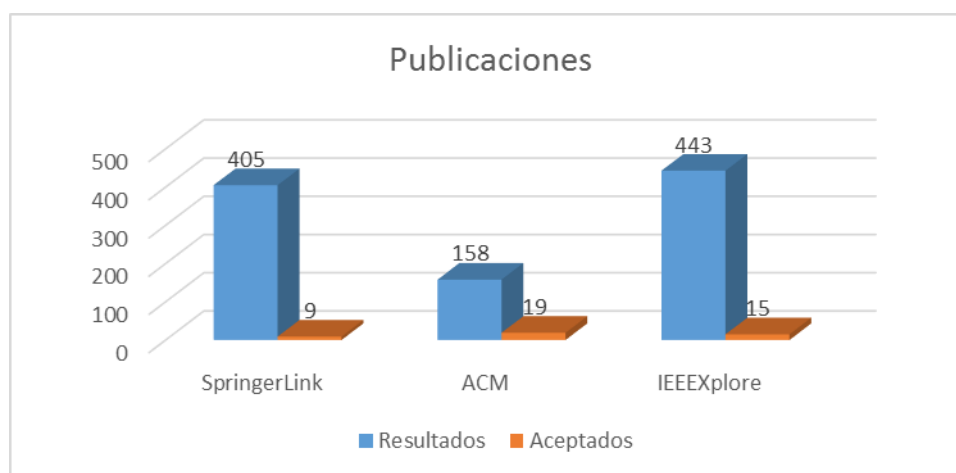


Gráfico 3. 11: Artículos encontrados vs artículos aceptados - Dominio IUIs. Fuente: Elaboración propia

Citaciones	Número	Porcentaje
0	18	41,86%
+1	17	39,53%
-1	8	18,60%



Total	48	100,00%
--------------	-----------	----------------

Tabla 3. 8: Porcentaje de citas. Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Ejecución y Resultados Preliminares de Estudios Primarios

En esta sección se describen las tareas realizadas en la revisión de IUIs. En el Gráfico 3. 10 se representa el número de publicaciones por año. El Gráfico 3. 12 muestra el número de artículos por país, dando como resultado que Estados Unidos es uno de los países que más investigaciones han realizado al desarrollo de IUIs.

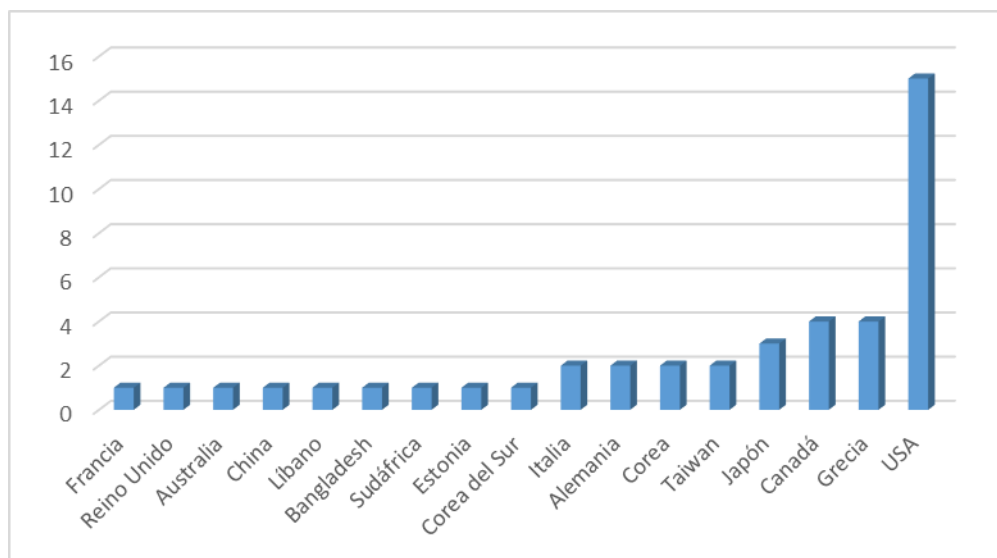


Gráfico 3. 12 Artículos clasificados por año en el dominio IUIs. Fuente: (Sanchez et al., 2017)

Porcentajes individuales

Una vez concluida la tabulación de los resultados y después de un análisis. En la Tabla 3. 9 se muestra un resumen de porcentajes individuales de estudios y comparación de criterios.

Código	Criterios	Posibles respuestas	#	%
			Estudios	Porcentaje
RQ1: ¿Cómo se utilizan las interfaces de usuario inteligentes y qué tipo de relación pueden tener con ambientes de vida asistidos (AAL) para su aplicación?				
EC1	Software	Sitio Web	3	7,69%
		Aplicación móvil	20	51,28%
		Sistemas móviles	4	10,26%
		Otros	12	30,77%



EC2	Solución ofrecida	Arquitectura	7	16,28%
		Prototipo	15	34,88%
		Dispositivo final	5	11,63%
		Simulador	0	0,00%
		Otros	16	37,21%
EC3	Tipo de Aplicación	Servicio	22	53,66%
		Red Social	1	2,44%
		Juego	5	12,20%
		Sistema ubicuos – Domótica	5	12,20%
		Otros	8	19,51%
EC4	Medio de interacción	Leguaje	12	22,64%
		Gráfico	38	71,70%
		Gestos	3	5,66%
EC5	Construcción de la interfaz	Hardware	4	8,16%
		Software	36	73,47%
		Hardware-Software	9	18,37%
RQ2: ¿Las interfaces de usuario inteligentes se están aplicando en AAL?				
EC6	Modo de interacción	Visual	32	66,67%
		Táctil	6	12,50%
		Auditiva	10	20,83%
		Olfativa	0	0,00%
		Gustativa	0	0,00%
EC7	Considerado como AAL	Si	7	16,28%
		No	36	83,72%
EC8	Usuario final	Usuario común	30	50,85%
		Usuario con discapacidad	10	16,95%
		Industria	6	10,17%
		Otros	13	22,03%
RQ4: ¿Cómo se aborda la investigación en los estudios de interfaces de usuario inteligentes?				
EC9	Fase	Análisis	10	24,39%
		Diseño	8	19,51%
		Implementación	7	17,07%

EC10	Tipo de validación	Pruebas	16	39,02%
		Prueba de conceptos	17	37,78%
		Encuesta	3	6,67%
		Experimento	9	20,00%
		Prototipo	7	15,56%
		Caso de estudio	9	20,00%
		Otros	0	0,00%
EC11	Alcance del enfoque	Industria	15	30,61%
		Academia	34	69,39%
EC12	Metodología	Nuevo	40	93,02%
		Extensión	3	6,98%

Tabla 3. 9: Porcentaje de estudios clasificados por los criterios de extracción del dominio IUIs. Fuente: Elaboración propia

Comparación de criterios

En este trabajo presenta diagramas de burbujas para relacionar varios criterios de extracción y recuperar resultados y conclusiones sobre la investigación en el desarrollo de tecnologías que contienen IUIs.

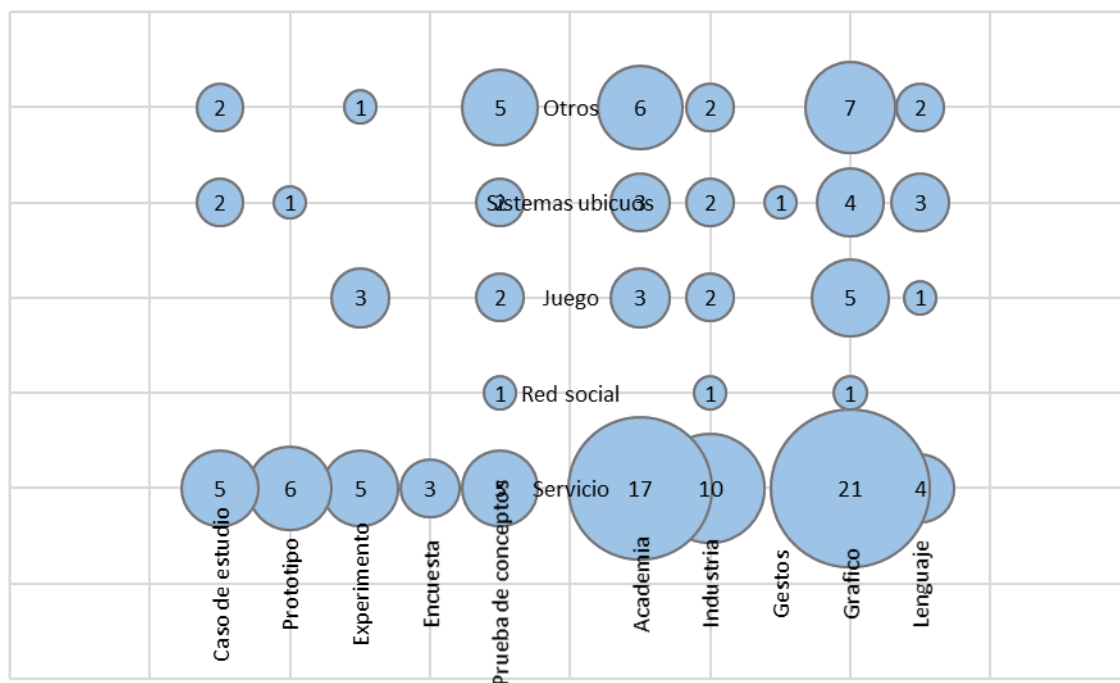


Gráfico 3. 13: Comparación entre EC3: Tipo de aplicación con EC11: Tipo de validación EC12: Alcance del enfoque Y EC4: Medio de interacción. Fuente: (Sanchez et al., 2017)



Universidad de Cuenca

En el Gráfico 3. 13 el eje de las ordenadas es representado por EC3: Tipo de aplicación y el eje de las abscisas es representado por EC11: Tipo de validación EC12: Alcance del enfoque Y EC4: Medio de interacción. En el cual se puede evidenciar algunas hipótesis:

- Existen desarrollo de IUIs gráficas y pocos desarrollos enfocados a la interacción mediante gestos y de lenguaje natural.
- Existen pocos estudios con desarrollo de IUIs enfocada al dominio de AAL.
- Se ha investigado el uso de IUIs en nuevas tecnologías dentro de la academia.
- Hay pocos estudios en la aplicación de IUIs en hardware – software integrado. Su mayor enfoque se da hacia soluciones de software solamente.
- Pocos estudios se centran en el beneficio de usuarios con discapacidad.



Capítulo 4. Método de creación de IUIs para aplicaciones de AAL (AMCIAAL)

En esta sección se describe la metodología AMCIAAL que puede ser usada para la construcción de soluciones de ambientes de vida asistida, así como la información que se recogerá en el mismo. Nuestra solución está alineada con la metodología de Sommerville (2004) y Pressman (2010) ya que los autores presentan las fases de la ingeniería de software centrados en el desarrollo ágil e iterativo.

Se define a la Ingeniería de Software como:

“una disciplina de la ingeniería que comprende todos los aspectos de la producción de software desde etapas iniciales de la especificación del sistema, hasta el mantenimiento de éste después de que se utiliza” (Sommerville, 2004).

“es la aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable al desarrollo, operación y mantenimiento de software; es decir la aplicación de la ingeniería al software” (Pressman 2010).

Sommerville, (2004) y Pressman, (2010), son autores de gran trayectoria, que consideran que la utilización del proceso de ingeniería de software es de gran utilidad para especificación, diseño y gestión de software, centrándose en la mejora de procesos.

4.1. Definición de SPEM 2.0

SPEM 2 (Software & Systems Process Engineering Metamodel Specification v2.0) es un metamodelo para modelos de procesos de ingeniería del software y de ingeniería de sistemas, sirve para definir procesos de desarrollo de software y sistemas y sus componentes. El proceso está representado por tres elementos básicos (ver Figura 4. 1) que son: tareas que representa el esfuerzo a hacer, los roles vienen representados por quien lo hace y por último los productos de trabajo son las entradas que se utilizan en las tareas y las salidas que se producen (Ruiz, 2008).

Estos elementos consisten en quien (rol) realiza qué (tarea) para desde unas entradas conseguir unas salidas (productos de trabajo) (Ruiz, 2008).

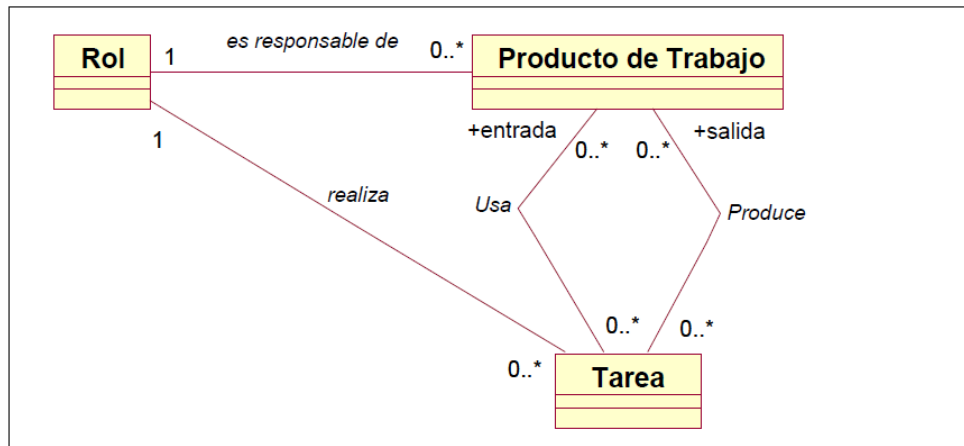


Figura 4. 1: Elementos básicos de SPEM2. Fuente: (Ruiz, 2008)

SPEM 2 permite trabajar con cuatro escenarios fundamentales:

1. Crear repositorio.
2. Dar soporte al desarrollo, gestión y crecimiento de procesos de software.
3. Establecer un marco de trabajo general de la organización.
4. General plantillas para planes de trabajo.

De manera general SPEM se utilizara como metamodelo MOF-compliant con el fin de representar contenidos de métodos y procesos. En el (Anexo B: 1) se describe un subconjunto de primitivas de modelado que frecuentemente se usan en la definición de procesos.

4.2. Metodología AMCIAAL

El metodología AMCIAAL o una metodología para la creación de interfaces inteligentes aplicadas a AAL (*A Methodology for Creation Intelligent interfaces applied to AAL*) propuesto en esta sección tiene el propósito de crear interfaces inteligentes aplicadas al dominio de AAL, por lo cual es necesario mencionar dos metodologías, que han sido tomadas en cuenta para el desarrollo de la metodología.

- Proceso de ingeniería de software propuesta por Pressman (2010): consta de las etapas o fases metodológicas para el desarrollo de sistemas de información, el proceso general para la ingeniería de software consta de cinco pasos: comunicación o análisis, planeación, modelado o diseño del software, construcción y despliegue.
- Proceso de ingeniería de software propuesta por Sommerville (2004): presenta una versión simplificada de un proceso de software, presentada desde una perspectiva específica. Por su naturaleza los modelos son

simplificados, por lo tanto un modelo de procesos del software es una abstracción de un proceso real.

Estas metodologías tienen en común el proceso de desarrollo de software y donde se pretende idear las etapas del proceso de diseño de IUIs para AAL. De allí que, la metodología propuesta consta de cuatro fases: i) Captura y Análisis de requerimientos, ii) Diseño de IUIs, iii) Implementación y iv) Pruebas. En la Figura 4. 2 se presenta la metodología propuesta utilizando el lenguaje de meta-modelado SPEM 2.0. Es importante destacar que cada fase de la metodología propuesta son procesos iterativos, Sommerville (2004) menciona que los cambios en la creación de software son inevitables, a medida que el sistema avanza surgen cambios, es decir, el proceso de software no es único, las tareas del desarrollo de software son repetitivas.

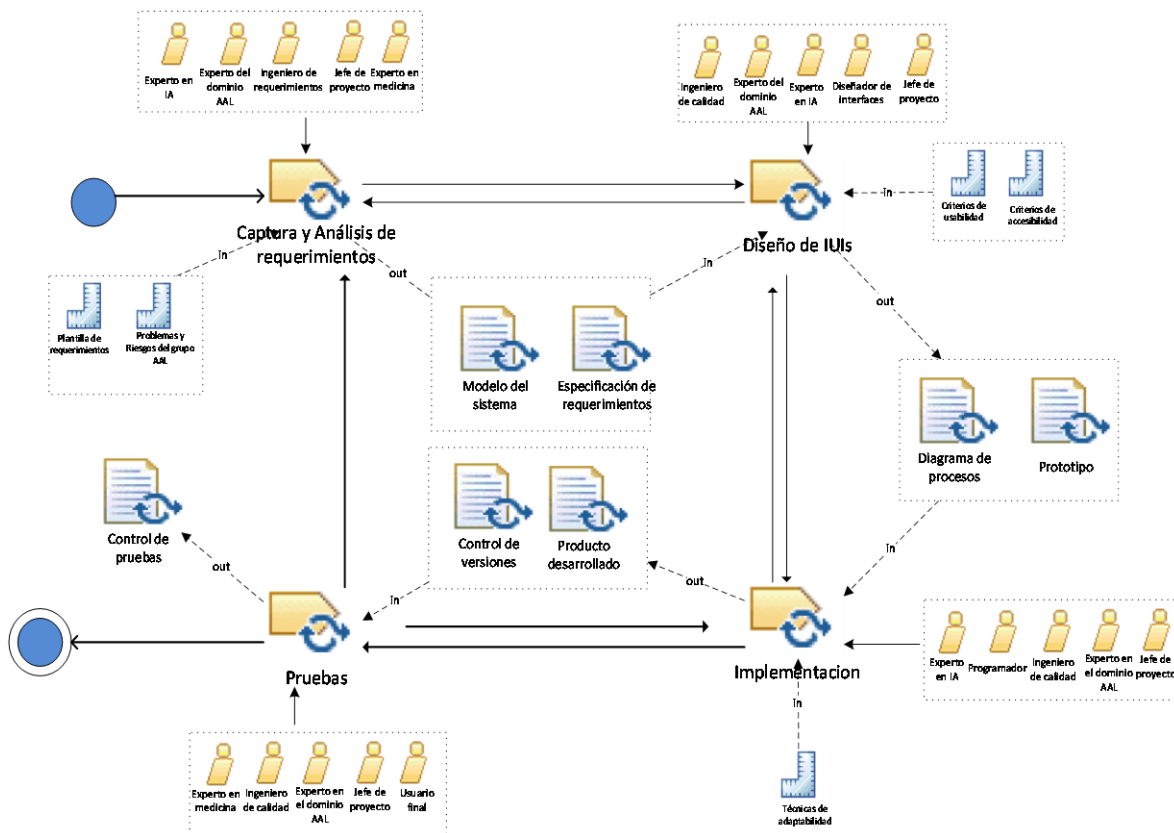


Figura 4. 2: AMCIAAL. Fuente: Elaboración propia

El método presentado se compone de tareas, roles, guías y productos de trabajo que conforman el proceso de creación de interfaces de usuario que posee algunas características inteligentes que hacen la diferencia con métodos ya existentes y disponibles en la web, las características son:



- Se incluye el componente de problemas y riesgos de usuarios que son parte del grupo AAL, para lo cual se hace un análisis previo de esta población para tomar consideraciones en el diseño de interfaces dependiendo del problema, discapacidad o limitación que pudiera tener el usuario, donde principalmente intervienen el experto del dominio y el experto en medicina.
- Inclusión de criterios de diseño considerando iconos y símbolos para personas mayores y discapacitadas mencionados en los criterios de usabilidad y accesibilidad.
- La incorporación de técnicas de adaptabilidad, es decir, la utilización de un método que permitirá que la aplicación sea inteligente con el fin de adaptarse al usuario. Este método es el encargado de facilitar la interacción hombre-máquina.
- Con el método propuesto además de acoplarse para crear una solución de software, también puede aplicarse para el desarrollo de hardware que tiene software embebido.

4.2.1. Fase de captura y análisis de requerimientos

En esta fase se hará el análisis de requerimientos, dado que es la fase más importante para comenzar con el desarrollo de software, donde se pretende definir el problema y los objetivos con el fin de capturar las funciones y características del software a desarrollar e identificando las necesidades del usuario final. En esta etapa se realizarán las siguientes actividades: Identificación del usuario final, describir objetivos primordiales, descripción de funciones específicas, describir y documentar escenarios del usuario.

Esta fase de análisis se compone de sub fases que son: comprensión del dominio, recolección de requerimientos, clasificación de requerimientos y verificación de requerimientos, las mismas que están representadas gráficamente en la Figura 4. 3.

La *Comprensión del dominio* es representado por 1) *Experto del dominio AAL*, 2) *Experto en IA*, 3) *Ingeniero de requerimientos* y 4) *Jefe de proyecto*. Esta tarea es investigativa ya que aquí se adquieren los conocimientos necesarios para el desarrollo del producto final. En esta fase es importante comprender la definición de términos como: dominio AAL, HCI, IUIs y demás términos relacionados a la metodología de propuesto.

Una vez entendido el ámbito de las IUIs y dominio AAL y tomando en consideración las necesidades usuario se hace una breve recolección de requerimientos funcionales y no funcionales. La *Recolección de requerimientos* se hace mediante una reunión con el 1) *ingeniero de requerimientos*, 2) *Experto del*

dominio AAL, 3) *Jefe de proyecto*, 4) *Experto en medicina* y 5) *Experto en IA*, donde la entrada es la guía de *problemas y riesgos del grupo AAL* y la salida es el producto de trabajo *requerimientos del usuario*.

En la *Clasificación de requerimientos* se toma en cuenta los requisitos del usuario, se procede a organizarlos en base al cumplimiento de la norma de calidad de software utilizado, en las que se toma en consideración los criterios de usabilidad y accesibilidad que se mencionan más adelante, en esta tarea participan 1) *Ingeniero de requerimientos*, 2) *jefe de proyecto* y 3) *Experto en IA*, teniendo como entradas el producto de trabajo *requerimientos del usuario* y se hace uso de la *plantilla de requerimientos*, la salida es el producto de trabajo *especificación de requerimientos*.

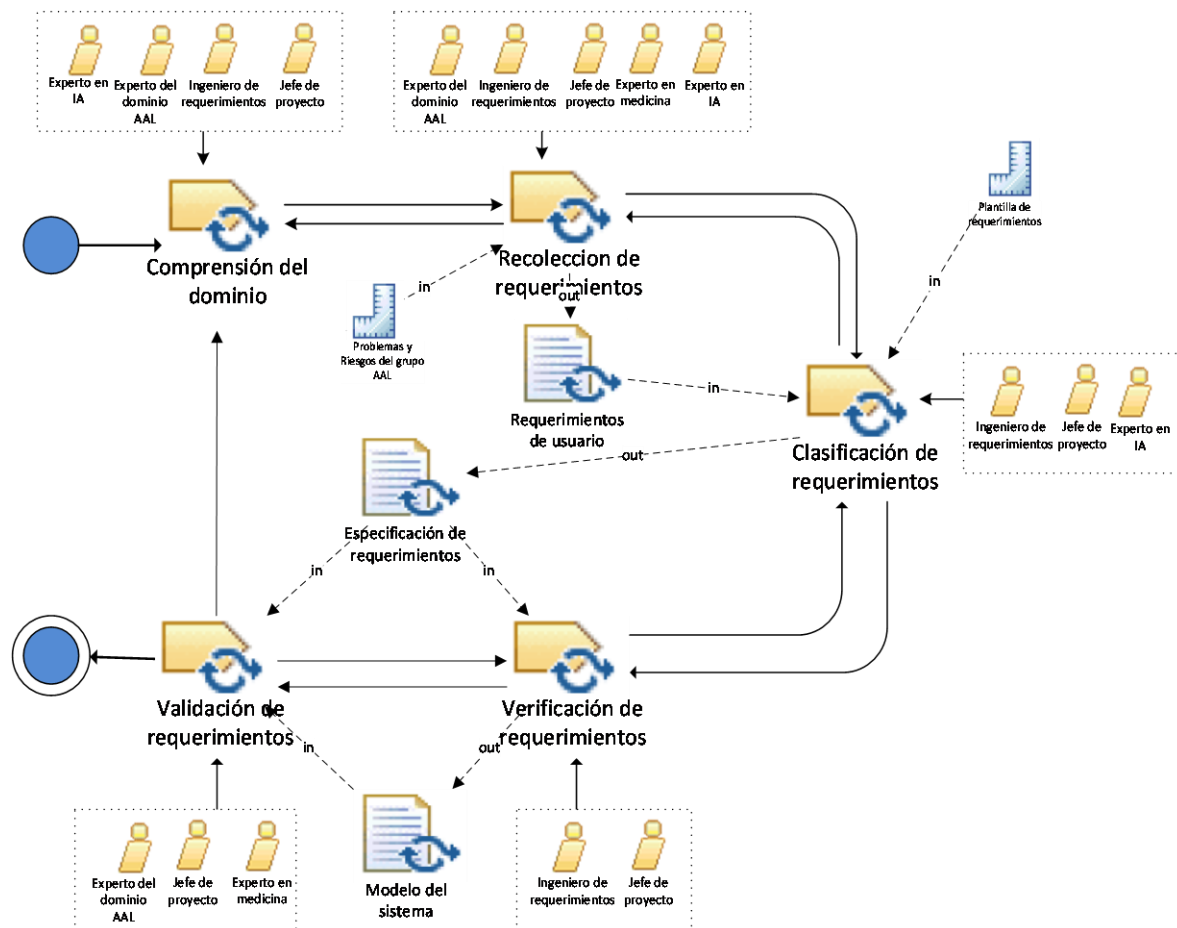


Figura 4. 3: Proceso de captura y análisis de requerimientos del método AMCIAAL. Fuente: Elaboración propia

En la *verificación de requerimientos* colaboran el *ingeniero de requerimientos* y el *jefe de proyecto*, teniendo como entradas el producto de trabajo *especificación de requerimientos* y la salida es el *modelo del sistema*. Es necesario realizar la



verificación de requerimientos con el fin de comprobar si están completos, si son consistentes y si realmente cubren las necesidades de los implicados.

Finalmente, se realizará la *Validación de requerimientos* para obtener el criterio de los expertos en AAL y en medicina, con el fin de comprobar si los requerimientos obtenidos son los correctos. Principalmente en esta fase intervienen el *Jefe de proyecto*, *Experto en el dominio AAL* y el *Experto en medicina*, para lo cual es necesario contar con el *modelo del sistema*. Si la validación de requerimientos no es aceptada por los implicados de esta fase se puede reiniciar el proceso de captura y análisis de requerimientos.

Es importante tomar en cuenta que cada actividad brinda la posibilidad de pasar a la siguiente actividad si se considera que no hay más aspectos a considerar o por el contrario, se puede retroceder una actividad si no se completa por algún motivo. La definición de las guías, productos de trabajo, roles y tareas de esta fase se detalla a continuación.

4.2.1.1. Roles de la fase de captura y análisis de requerimientos

Los roles que deben asumir los actores para la utilización del método AMCIAAL son: Ingeniero de requerimientos, experto en el dominio AAL, jefe de proyecto y experto en medicina los mismos que deben contribuir para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Ingeniero de requerimientos

Según EUNED la función del analista o ingeniero de requerimientos es la de brindar una solución lo más eficiente posible para el rendimiento y gestión de un proyecto, bajo la responsabilidad del analista se busca una correcta definición de las características del software.

Para la creación de IUIs, el ingeniero de requerimientos posee la habilidad de obtener, analizar y gestionar los requerimientos del usuario final, así mismo es el encargado de documentar los requerimientos funcionales y no funcionales.

Experto del dominio AAL

El experto del dominio es una persona que posee los conocimientos necesarios del dominio AAL para aportar en el proceso de ingeniería de software, esta persona es el representante del usuario final en todas las fases. En este caso el experto deberá tener conocimientos en el cuidado de personas, es decir es la persona encargada de proporcionar la información para la creación del producto final, así mismo, deberá evaluar el producto desarrollado en esta fase de implementación.



Jefe de proyecto

Rodríguez (2005) define a un jefe de proyecto, como el responsable del proyecto en el día a día; quien se encarga de organizar el trabajo en el equipo de proyecto y de las relaciones con los implicados directos, persona que dirige el proyecto de inicio a fin y tiene las responsabilidades de cumplimiento de tiempo y costos.

El jefe de proyecto en esta ocasión es el encargado del cumplimiento de los objetivos, para el cual debe tener los conocimientos necesarios del tema de proyecto, el mismo interviene en varias tareas ya sea para aportar con sus conocimientos o para controlar el cumplimiento de las mismas.

Experto en medicina

El experto en medicina es un médico que posea conocimientos en el cuidado de la salud de los adultos mayores, problemas, causas y consecuencias. El experto en medicina además brindara asistencia médica en caso de ser necesario en la fase de pruebas con el usuario final, además realizar una evaluación sobre el estado de ánimo del adulto mayor.

Experto en Inteligencia Artificial

La inteligencia artificial es un programa computacional creado para realizar operaciones que simulen la inteligencia humana (Gómez, 2011). En el este caso debe tener la capacidad de autoaprendizaje.

El experto en Inteligencia Artificial (IA) es el encargado de diseñar un algoritmo de aprendizaje del software para que el producto posea interfaces inteligentes y pueda predecir el comportamiento del usuario considerando los problemas y riesgos de los adultos mayores.

4.2.1.2. Guías de la fase de captura y análisis de requerimientos

Las guías de la fase de captura y análisis de requerimientos son dos, la primera es considerar los problemas y riesgos del grupo AAL y la segunda es la plantilla de requerimientos.

Problemas y riesgos del grupo AAL

Para poder brindar unas pautas sobre los requerimientos es importante hacer un análisis sobre los problemas, necesidades y dificultades que poseen los usuarios. A continuación, se mencionan algunas vulnerabilidades y efectos a los que se enfrentan los adultos mayores, luego se mencionan algunos factores de riesgo que ocurren con más frecuencia en esta población.



Universidad de Cuenca

Las vulnerabilidades de los adultos mayores y los efectos se mencionan en (Sedesol, 2010) de los cuales se pueden mencionar.

- Insuficiencia de ingresos
- Falta de protección social

Efectos

- Deterioro y disminución de activos debido a gastos inesperados
- Aceleramiento del deterioro natural y la baja calidad de vida
- Exclusión social
- Mayor dependencia de terceros
- Disminución de autoestima

Las enfermedades crónicas pueden aparecer por este factor de debe a los hábitos y costumbres que conservan desde la niñez (Guerrero-R, Yépez-Ch, 2015) y (da Silva-Gama, Gómez-Conesa, 2008). Los factores de riesgo más frecuentes en personas de edad avanzada son mencionados en la Tabla 4. 1.

Factor de riesgo	Características
Sociodemográfico	Edad avanzada, Sexo, Ausencia del cónyuge, Antecedentes de caídas o accidentes.
Condiciones clínicas y funcionales	Alteración de la marcha, Problemas de movilidad, Alteración del equilibrio, Debilidad muscular, Discapacidad visual, Discapacidad auditiva, Limitación funcional.
Estado mental	Demencia, Depresión.
Enfermedad	Osteoartritis, Parkinson, Ictus, Diabetes, Incontinencia urinaria, Vértigo/Mareo, Hipertensión, Enfermedades cardiovasculares, artritis
Uso de fármacos	Polimedicación, Psicofármacos.
Actividad física	Muy activo, Poco activo.

Tabla 4. 1: Factores de riesgo. Fuente: (Guerrero-R, Yépez-Ch, 2015) y (da Silva-Gama, Gómez-Conesa, 2008).

Plantilla de requerimientos

Tanto para los requisitos funcionales y como requisitos no funcionales existen varias plantillas definidas, ya que en la web están disponibles dependiendo del tipo de software a desarrollar, a continuación se presenta las plantillas sugeridas para fijar objetivos del sistema o producto y las definiciones de los requisitos funcionales y no funcionales para poder hacer un listado de los mismos. Duran y Bernárdez, (2000), propone las siguientes plantillas:



Plantilla para objetivos del sistema o producto: se debe documentar de una manera ordenada una lista de los objetivos considerados como requisitos de alto nivel, los mismos que se esperan alcanzar, para lo cual es importante recolectar información en una plantilla, detallada en el Anexo A: 1.

La plantilla contiene atributos obligatorios u opcionales, según la dirección del proyecto se toma en consideración si serán obligatorios u opcionales,

Plantilla de requisitos funcionales: los requerimientos funcionales describe lo que debe hacer un sistema (Sommerville, 2004). Si bien se pretende desarrollar un sistema o un producto que poseerá la capacidad de adaptación al usuario, también tiene la capacidad de brindar un servicio para el usuario usando la información almacenada. (Ver Anexo A: 2)

Plantilla de requerimientos no funcionales: los requerimientos no funcionales de un sistema no hace referencia a las funciones específicas de un sistema sino a propiedades como: fiabilidad, tiempo de respuesta, capacidad de almacenamiento, etc. Es decir restricciones del sistema como la capacidad de los dispositivos de entrada/salida y las representaciones de datos que se utilizan en las interfaces del sistema. (Sommerville, 2004). (Ver Anexo A: 3)

4.2.1.3. Productos de trabajo de la fase de captura y análisis de requerimientos

Los productos de trabajo de la fase de captura y análisis de requerimientos son: requerimientos de usuario, especificación de requerimientos y modelo del sistema.

Requerimientos de usuario

Para desarrollar un sistema completo de calidad se deben registrar requerimientos funcionales y no funcionales del usuario, considerando las características del usuario y las que provee el Experto en AAL y el Experto en medicina.

Las características propias del usuario se dan tras realizar un análisis de la situación actual del paciente (limitaciones, preferencias, etc.), los objetivos deseados y las herramientas disponibles.

Los requisitos dados por los expertos son de suma importancia ya que pueden brindar soluciones con respecto a la salud, accesibilidad y usabilidad.

Especificación de requerimientos

Este documento contendrá los requerimientos funcionales y no funcionales validados con el equipo de proyecto. Los requisitos que no han superado esta fase son justificados e informados. Hay que tomar en consideración los criterios de



Universidad de Cuenca

usabilidad y accesibilidad mencionados más adelante. Sommerville, (2004) menciona que el documento de especificación de software “... es la *declaración oficial que deben implementar los desarrolladores del sistema*” el mismo que deberá contener:

- Introducción
 - Propósito
 - Alcance
 - Marco teórico
 - Referencias
 - Descripción del contenido del documento
- Descripción general
 - Perspectiva del producto o sistema
 - Funciones del producto o sistema
 - Características del producto o sistema
 - Restricciones generales
- Requerimientos específicos
 - Debe contener los requerimientos funcionales y no funcionales y detalles de algunas especificaciones del producto o sistema.
- Apéndices
- Índice

Modelo del sistema

En esta fase ya se debe contar con un modelo inicial del producto de trabajo, que contenga sus características básicas. El modelo del sistema será la representación de la solución propuesta, con el fin de ayudar a entender la propuesta al usuario y demás implicados en el desarrollo de una solución. Este modelo del sistema contendrá los requisitos funcionales y no funcionales revisados y validados por todo el equipo de trabajo.

4.2.2. Fase de diseño de IUIs

En esta fase se diseña la interfaz de usuario, es aquí, donde se concentra la metodología propuesta ya que en esta fase se plantea un diseño de interacción, la misma deberá ser adecuada al requerimiento del usuario, para lo cual es necesario que la fase de captura y análisis de requerimientos este bien desarrollada. Los implicados en esta fase toman la decisión de las características, organización, apariencia y funcionamiento de la interfaz de usuario de la solución esperada. La Figura 4. 4 muestra las cuatro actividades esenciales de esta fase: diseño de IUIs, prototipado, verificación y validación.

En la *construcción del diseño las IUIs* se cuenta con el apoyo del *experto en IA* y del *diseñador de interfaces*, los mismos que se basan en el *modelo del sistema* y

de la *especificación de requerimientos*, considerando *criterios de usabilidad y accesibilidad*, como salida se obtienen las *interfaces gráficas* y los *contenidos primarios y extendidos*. En esta tarea se realiza la selección de herramientas para prototipado (herramientas de software o papel) y se analizan las entradas de la fase de captura y análisis de requerimientos.

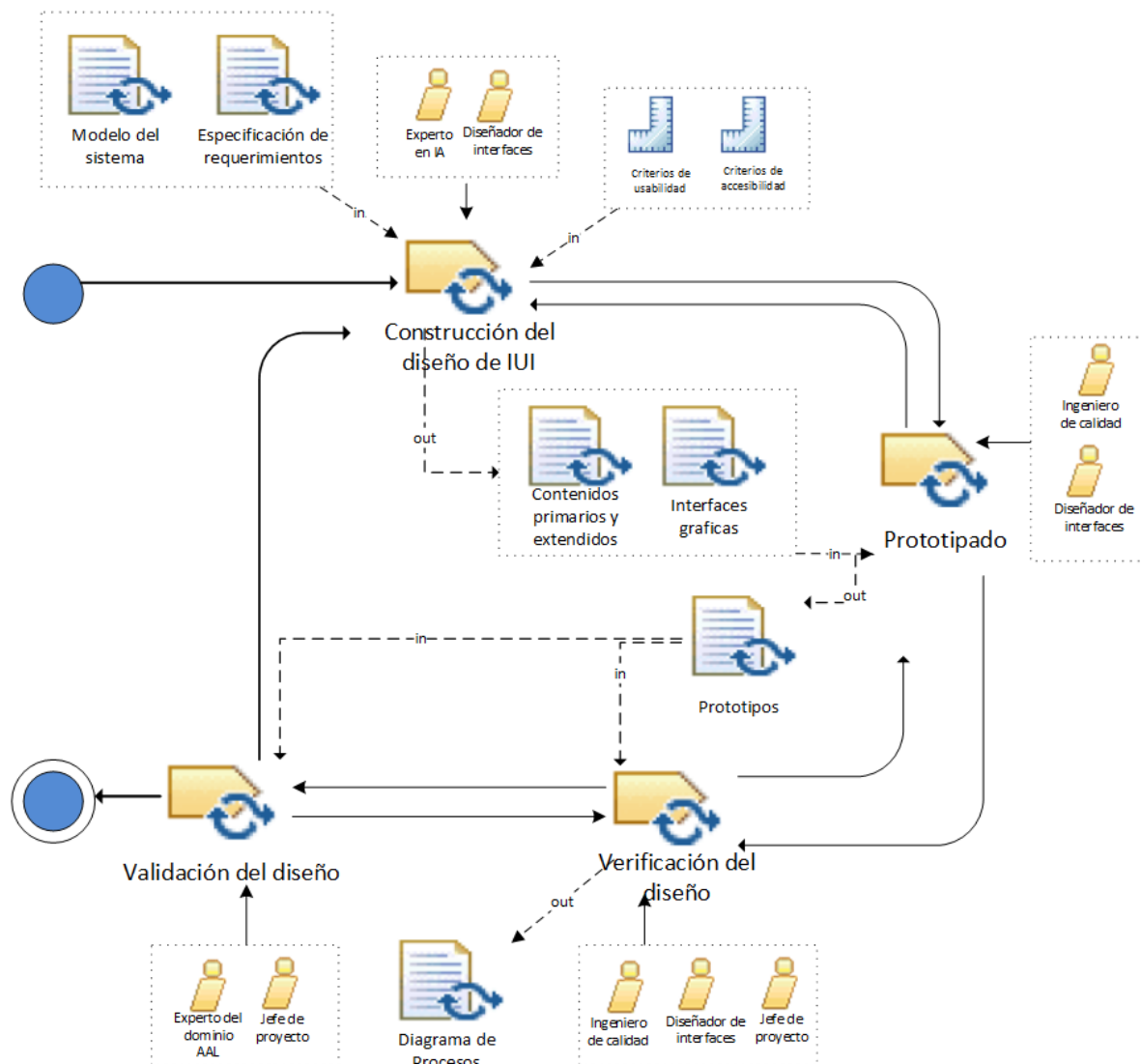


Figura 4. 4: Proceso de Diseño de IUIs del método AMCIAAL

En el *prototipado* interviene el *ingeniero de calidad* y el *diseñador de interfaces*, sus entradas son los *contenidos primarios y extendidos* e *interfaces gráficas*. El resultado final de esta actividad son los *prototipos*. El diseñador de interfaces realiza un prototipo de las interfaces realizadas anteriormente, mediante la utilización de un software para construir prototipos, que posteriormente será



evaluado por el ingeniero de calidad con el fin de verificar que se estén cumpliendo los requerimientos iniciales.

En la *verificación del diseño* es necesario la intervención del *jefe del proyecto*, del *ingeniero de calidad* y del *diseñador de interfaces*, que se encargan de la evaluación del *prototipo* resultante de la actividad anterior, como resultado se obtendrá un *diagrama de procesos*, en caso de inconformidades con el prototipo es necesario retroceder a la actividad anterior.

En la *validación del diseño* es importante contar con el visto bueno del *experto del dominio AAL*, mediante una reunión con el *jefe de proyecto*, donde es necesario observar que en el *prototipo* se consideren los requerimientos iniciales. En caso de no ser así, se debe volver a realizar el *diseño de IUIs*, es decir, iniciar el proceso de diseño.

4.2.2.1. Roles de la fase de diseño de IUIs

Los roles de la fase de diseño de IUIs son 1) Experto en el dominio AAL, 2) el Jefe de proyecto y 3) Experto en IA, que se mencionó en apartados anteriores y los roles 4) Diseñador de interfaces y 5) Ingeniero de calidad, que son mencionados a continuación.

Diseñador de interfaces

El diseñador de interfaces define los elementos visuales de la interfaz de una solución propuesta, se encarga principalmente de brindar una buena experiencia al usuario en el uso de cierto componente tecnológico.

El mismo debe poseer conocimientos avanzados en el manejo de software de diseño de interfaces, herramientas de prototipado y el lenguaje de programación donde se esté desarrollado la solución propuesta. Además, deberá tener las siguientes habilidades:

- Saber escuchar y familiarizarse con tareas del usuario final.
- Trabajo en equipo.
- Identificar las necesidades del usuario, experto en el dominio AAL y el medico que esta al cuidado de la salud del adulto mayor.
- Debe poseer el interés en auto capacitarse, motivarse y adaptarse en temas nuevos.

El rol del diseñador de interfaces en la aplicación de la metodología AMCIAAL es de gran importancia, de él depende que la interacción entre el adulto mayor y el producto desarrollado sea la más óptima. Es el encargado de diseñar las interfaces y el que aplicara correctamente las guías de esta fase.



Ingeniero de Calidad

El ingeniero de calidad es el encargado aplicar y hacer cumplir las normas de calidad de software, el mismo debe interactuar con el usuario final, el experto en el dominio AAL y el medico del cuidado de la salud con el fin de hacer cumplir sus requerimientos, el mismo debe poseer las siguientes habilidades:

- Saber escuchar y familiarizarse con el usuario final.
- Trabajo en equipo.
- Identificar las necesidades del usuario, experto en el dominio AAL y el medico que esta al cuidado de la salud del adulto mayor.
- Debe poseer el interés en auto capacitarse, motivarse y adaptarse en temas relacionados al dominio AAL, inteligencia artificial e interfaces inteligentes.

El rol del ingeniero de calidad es alinear los requerimientos del usuario con el software. El mismo deberá hacer cumplir normas de calidad de software.

4.2.2.2. Guías de la fase de diseño de IUIs

Para el diseño de IUIs hay que considerar dos criterios. El primero que son criterios de usabilidad y el segundo que son los criterios de accesibilidad para adultos mayores.

Criterios de usabilidad

Se proporciona algunos criterios de usabilidad a considerar los mismos son mencionados por Sánchez (2011), Mascheroni et al. (2012) y Sastoque et al. (2016) los que servirán como guía de diseño para el lector.

- **Facilidad de aprendizaje:** hace referencia a la facilidad de aprender la funcionalidad y comportamiento de una solución tecnológica dada. Define el tiempo en el que el usuario puede realizar una tarea específica sin ayuda de terceros.
- **Eficiencia:** rapidez del usuario en realizar las tareas, con el fin de alcanzar el nivel de productividad requerido, una vez que el usuario aprenda a usar el sistema.
- **Visualización:** es la presentación visual de manera apropiada para lo cual hay que tener en cuenta algunas normas y estándares para el diseño de interfaces adecuadas para el adulto mayor:
 - ISO CD TR 19765 - Estudio de iconos y símbolos existentes para personas mayores y discapacitadas.
 - ISO CD TR 19766 - Requisitos de diseño para iconos y símbolos para personas mayores y discapacitadas.
 - IEC TR 61997: - Directrices para las interfaces de usuario en equipos multimedia para Uso general.
 - ISO TS 16071 - Orientación sobre la accesibilidad para las interfaces hombre-ordenador:



Universidad de Cuenca

- **Retención sobre el tiempo:** Hay que considerar el hecho de que el usuario haya usado el sistema anteriormente, lo que puede influir en la disminución de la curva de aprendizaje.
- **Manejo de errores:** Proporcionar una solución tecnológica para el uso del usuario final con una baja tasa de errores, brindar ayuda al usuario para que no se cometan errores o para que se cometan pocos errores pero que tenga la capacidad de recuperarse fácilmente de ese error.
- **Satisfacción:** Impresión subjetiva del usuario final con respecto al sistema. Para lo cual es necesario la utilización de encuestas, entrevistas, etc. para obtener un grado de satisfacción en función de aspectos predefinidos.
- **Nivel de seguridad:** se logra generando mayor confianza del usuario hacia el sistema.
- **Enfoque en usuarios y tareas:** Entender claramente a las necesidades, las tareas que realiza, la forma en que interactúa y las preferencias del usuario. Además, en este criterio se debe tomar en consideración las características cognitivas, el comportamiento, y actitud del usuario.
- **Mediciones empíricas:** Los usuarios deben ayudar en la medición de simulaciones y prototipos, relacionados a las tareas que realizara en un contexto real, se debe monitorear su rendimiento y reacciones.
- **Diseño iterativo:** la ingeniería de software propone algunos métodos iterativos para crear aplicaciones. Entonces, estos mismos conceptos se deben aplicar para el diseño de interfaces, es decir, donde se haga un ciclo de diseño, pruebas, evaluación y rediseño el cual debe repetirse las veces que sea necesario.

Criterios de accesibilidad

Los criterios de accesibilidad que se pueden considerar para adultos mayores y discapacitados son propuestas por Lorés y Granollers, (2009):

- **Accesibilidad física:** Para las entradas de datos se debe considerar la interacción con medios tradicionales y comunes como el teclado, el ratón o alguna herramienta de entrada especial según las condiciones del usuario final. Luego, para las salidas considerar medios aditivos y visuales.
- **Accesibilidad cognitiva:** se debe considerar aspectos como el idioma y disminución de tareas a realizar por el usuario.
- **Accesibilidad auditiva:** Considerar discapacidades como: sordera y deficiencia auditiva.
- **Accesibilidad motriz:** Considerar la dificultad que los usuarios tienen al mover las manos ya sea por causa de enfermedades como el Parkinson o por problemas dados por la edad como lentitud musculares, temblores, entre otros.
- **Accesibilidad visual:** Considerar discapacidades visuales ya sea baja visión, ceguera total o personas daltónicas.



4.2.2.3. Productos de trabajo de la fase de diseño de IUIs

Los productos de trabajo de la fase de diseño de IUIs son los contenidos primarios y extendidos, interfaces gráficas, prototipado y diagramas de procesos.

Contenidos primarios y extendidos

Los contenidos primarios son elementos, herramientas y acciones que tendrá la interfaz de usuario y los contenidos extendidos son los que derivan de los contenidos primarios que han sido modificados por alguna corrección que se hizo en fases anteriores o posteriores. Los contenidos poseen características recomendadas en las normas y estándares de diseño de interfaces.

Interfaces gráficas

Este producto de trabajo contiene la ubicación de los elementos y sus características, en las interfaces graficas deben poseer características de adaptabilidad, así como características de accesibilidad y usabilidad enfocadas al adulto mayor.

Prototipo

El prototipo puede de ser de hardware o de software, dependiendo de la solución propuesta, entonces, el prototipo puede ser desarrollado en herramientas físicas (yeso, papel, masa, etc.) o herramientas de software (AutoCAD, AXure, etc.).

El prototipo es de gran utilidad a la hora de crear un nuevo producto, es de gran beneficio para el diseñador para crear retroalimentación por parte de los implicados en el desarrollo de nuevas tecnologías. Mediante el cual se puede realizar cambios y plasmar las ideas del diseñador.

Diagrama de procesos

Es importante comprender bien el problema ya que nos permite realizar un diseño aproximado a las necesidades del usuario. Por esa razón es importante esta fase porque nos permitirá comprender de mejor manera los procesos que se realizaran en la utilización del software. Es necesario considerar las acciones que se realizaran dentro del sistema para obtener un producto de calidad y un buen diseño de software enfocado a las tareas que realizara el usuario.

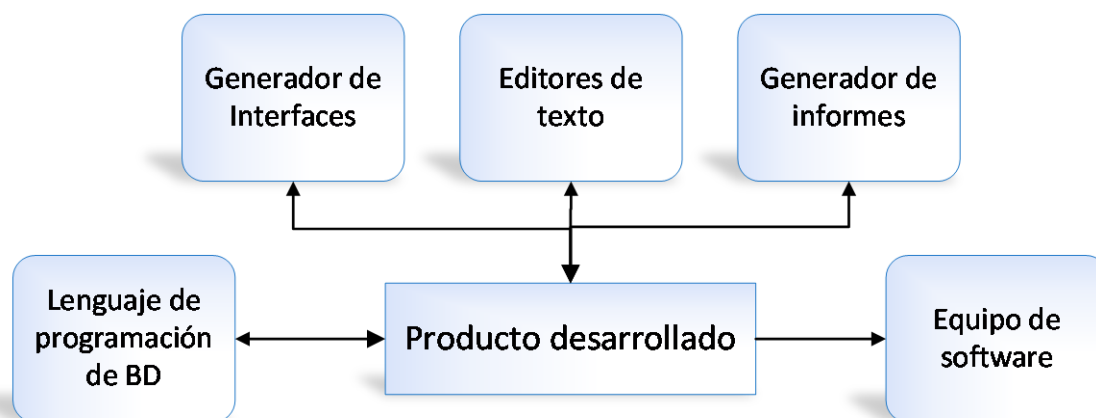
4.2.3. Fase de implementación

En la implementación del producto desarrollado se crea una serie de tareas del usuario especificadas en el diagrama de procesos, para lo cual se requiere la presencia del representante del usuario final que será el experto en el dominio

AAL. Con el fin de comprobar que se estén cumpliendo los requerimientos iniciales.

La organización del producto desarrollado y sus herramientas se observa en la Figura 4. 5, continuación se definen las herramientas que se pueden utilizar en la aplicación de este método:

- **Lenguaje de programación de base de datos:** que contiene comandos SQL que se puedan introducir directamente o automáticamente, en donde se almacenara la información que sea necesaria para la creación del producto.
- **Generador de interfaces:** que se utiliza para crear formularios y visualización de datos.
- **Editores de texto:** Una hoja de cálculo o procesadores de texto para llenar las plantillas y para crear informes.
- **Generador de informes:** donde se analizan los datos recogidos para crear informes.
- **Equipo:** se utilizara para probar el producto creado, puede ser un computador, una Tablet, etc.



*Figura 4. 5: Herramientas para el proceso de implementación de IUIs. Fuente
Elaboración propia*

En esta fase de implementación se realizan 4 actividades que son: interpretación construcción, verificación del producto y validación del producto, los mismos que son representados en la Figura 4. 6.

En la *interpretación* hay que considerar el prototipo y los diagramas de procesos de la fase de diseño de IUIs, interpretarlo y proponer herramientas para el desarrollo de las mismas a nivel de lenguaje de programación. De esta tarea son responsables los siguientes implicados: 1) *Experto en IA*, 2) *ingeniero de*

calidad y 3) *programador*, y como productos de trabajo de entrada están los *diagramas de procesos* y el *prototipo*.

En la *construcción* intervienen el *experto en IA* y el *programador*, que utilizarán *diagramas de proceso* y el *prototipo*, dando como resultado el *producto desarrollado*. Es aquí donde se crea el producto para ser utilizado por el usuario final, en el cual se debe considerar la utilización de un algoritmo o técnica de adaptabilidad.

En la *verificación del producto* intervienen: el *programador*, el *ingeniero de calidad* y el *jefe de proyecto*, utilizando el único producto de trabajo que es el *producto desarrollado*, donde al terminar la verificación emiten un documento de *control de versiones*, que será debidamente llenado y formado.

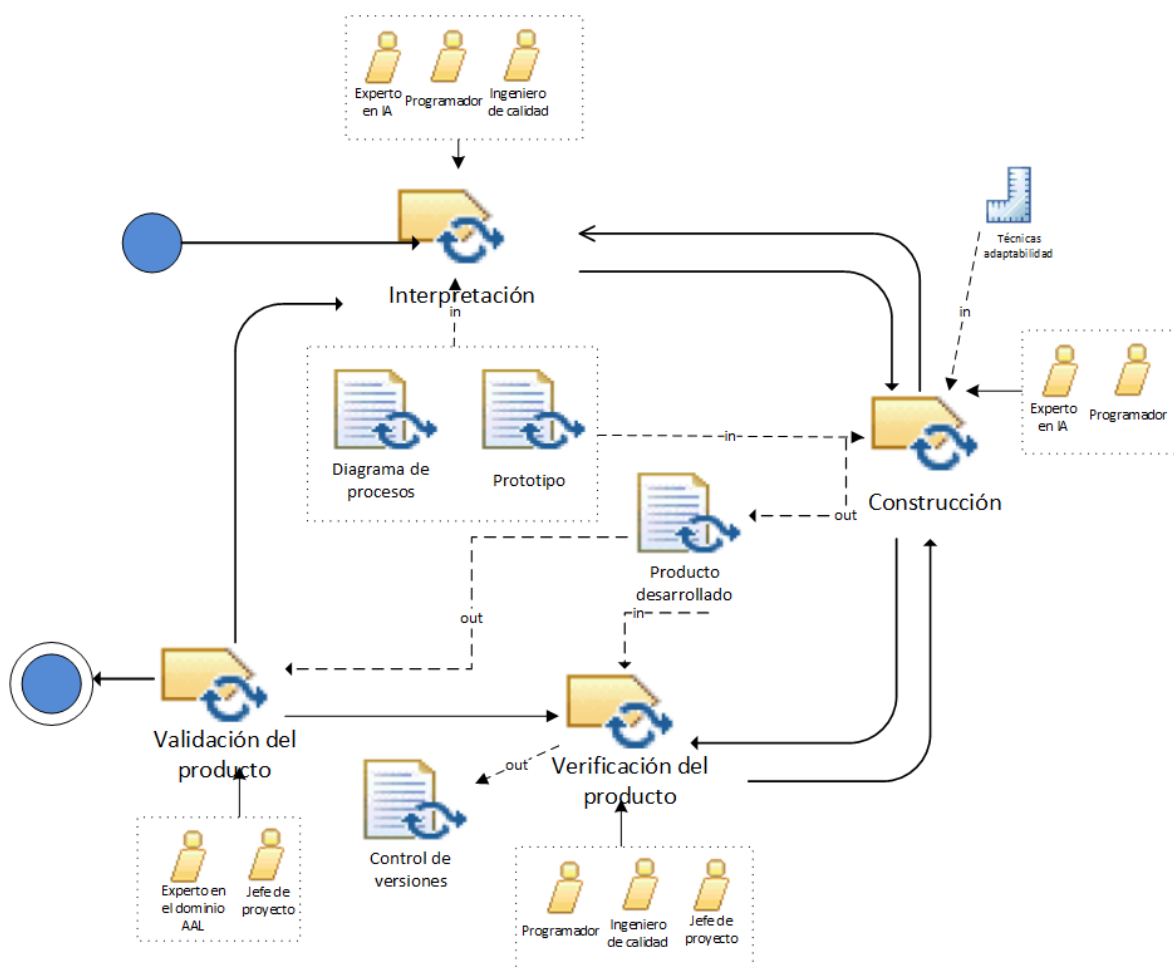


Figura 4. 6: Proceso de implementación del método AMCIAAL. Fuente: Elaboración propia

En la *validación del producto* el *experto en el dominio AAL* y el *jefe de proyecto* evalúan el *producto desarrollado*, el mismo que debe poseer las características



demandadas por el usuario final. Luego de un análisis exhaustivo se determinaran la validez del producto, en caso de no ser válido se tendrá la opción de volver a repetir la fase de implementación o caso contrario se dará por terminada esta fase.

4.2.3.1. Roles de la fase de implementación

Los roles de la fase de implementación consta del experto en IA, ingeniero de calidad, experto en el dominio AAL y el jefe de proyecto que ya han sido descritos en apartados anteriores, además de esos roles existe el rol del programador descrito a continuación.

Programador

Es el desarrollador de las funcionalidades del producto o solución propuesta, probar su funcionalidad, además debe documentar el código fuente con el fin de que se puedan realizar mantenimientos futuros.

Sus habilidades son:

- Definir y crear la solución tecnológica.
- Entender el prototipo.
- Trabajo en equipo.
- Aplicar las técnicas de adaptabilidad proporcionadas por el experto.
- Identificar y construir pruebas de desarrollo, para dar cumplimiento a los requerimientos de los usuarios.

4.2.3.2. Guías de la fase de implementación

Técnicas de adaptabilidad

A más de las técnicas mencionadas en el capítulo 2 que son: tecnologías de entrada inteligente, modelado de usuarios, adaptabilidad de usuarios y generación de explicación, las cuales forman parte fundamental para la creación de interfaces inteligentes, existen técnicas de inteligencia artificial que se menciona a continuación.

La inteligencia artificial trata de simular la inteligencia humana, se aplica las técnicas de IA cuando se incorpora a una solución o un producto informático, conocimientos o características propias del ser humano como aprendizaje, adaptación, razonamiento, autocorrección, mejoramiento implícito y modelado del mundo (Gómez, 2011). Las técnicas que se pueden ser consideradas están descritas en (Gómez, 2011) y estas son:

- Aprendizaje automático: El objetivo es desarrollar técnicas para que las computadoras puedan aprender, es decir, generar comportamiento a partir



de la información. Luego se aplica ciertos algoritmos de aprendizaje mencionados en la Tabla 4. 2.

- Redes neuronales artificiales: paradigma de aprendizaje y procesamiento automático, las ventajas de las RNA es que aprenden mediante una etapa de aprendizaje, proporcionando datos de entrada e indicar cuál es la salida esperada.
- Sistemas expertos: simulan el proceso de aprendizaje, memorización, razonamiento, comunicación y acción de consecuencia de un humano.
- Redes bayesianas: provee un sinnúmero de algoritmos de aprendizaje, que son una representación gráfica de dependencias para razonamiento probabilístico en sistemas expertos.

Algoritmo	Definición
Aprendizaje supervisado	Produce una función que establece una correspondencia entre entradas y salidas deseadas del sistema
Aprendizaje no supervisado	Se lleva a cabo sobre un conjunto de ejemplos, formado por solo entradas al sistema.
Aprendizaje por refuerzo	Observa el mundo que lo rodea, las entradas son de <i>feedback</i> o retroalimentación del mundo exterior.
Transducción	Similar al aprendizaje supervisado, Predice las categorías de futuros ejemplos, basándose en ejemplos de entrada.
Aprendizaje multi-tarea	Usan conocimiento previamente aprendido por el sistema. Enfrenta problemas parecidos a los aprendidos.

*Tabla 4. 2: Algoritmos de aprendizaje de la técnica de Aprendizaje automático.
Fuente: (Gómez, 2011)*

4.2.3.3. Productos de trabajo de la fase implementación

De la fase de implementación hay dos productos de trabajo resultantes que son el producto final desarrollado y el control de versiones.

Producto desarrollado

Es el resultado de la construcción, el producto desarrollado puede ser una aplicación de software o un artefacto de hardware que utilice software. El mismo que está listo para ser probado como entorno de pruebas y como entorno para el usuario final.



Control de versiones

Contiene la información de los cambios en el tiempo de un producto o solución propuesta. En caso de ser necesario para modificar su contenido o para corregir errores. Es necesario almacenar esa información con el fin de obtener ciertos criterios que han sido borrados, modificados o agregados al producto.

Este producto de trabajo es un documento formado por:

- Una tabla de la versión, fecha y las modificaciones realizadas.
- El objetivo del documento: Describe el documento
- El alcance: debe incluir a los responsables que harán los cambios y demás aspectos del documento.
- Definiciones: Terminología nueva que debe ser definida.
- Desarrollo: Actividades o tareas que se han realizado para realizar los cambios.

4.2.4. Fase de Evaluación y Pruebas

En la fase de evaluación y pruebas no se puede decir que el producto está libre de defectos, puede que se detecten errores en esta fase o que pasen desapercibidos. Es aquí donde se alimenta la confianza en el producto desarrollado, por lo que el objetivo es convencer a los implicados de todas las fases anteriores que el sistema es suficientemente válido para su uso operacional.

Para probar el correcto funcionamiento del producto es al menos realizar las siguientes tareas:

- Probar todas las opciones de menú, las cuales deben estar funcionando correctamente.
- Ingresar datos correctos y erróneos en donde el usuario debe ingresar información, para ver mensajes de error.
- Reiniciar la aplicación de software.
- Verificar si los datos se guardan y si estos son correctos.

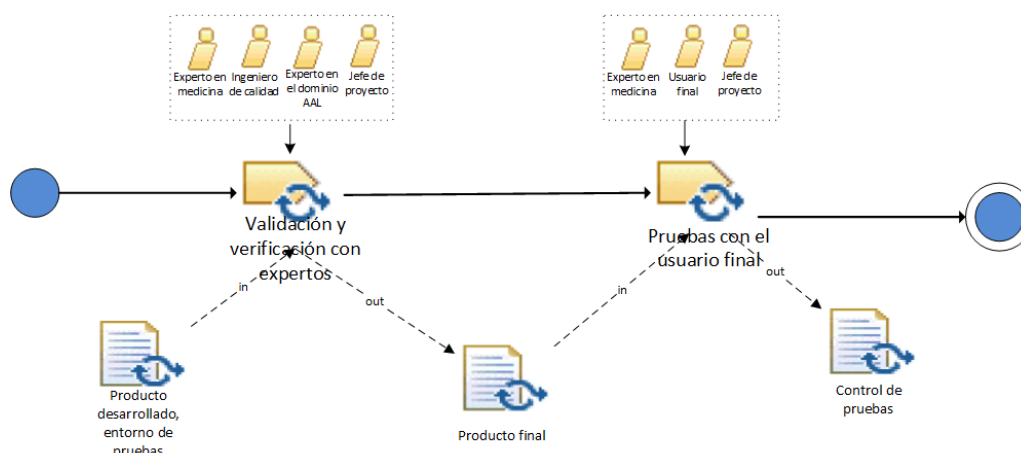


Figura 4. 7: Proceso de Evaluación y Pruebas del método AMCIAAL. Fuente: Elaboración propia

EL proceso de la fase de pruebas se descompone en dos actividades que son la validación y verificación con expertos y pruebas con el usuario final ver Figura 4. 7. En donde la validación y verificación con expertos (experto en medicina, experto en el dominio AAL, ingeniero de calidad y el jefe de proyecto) tiene como entrada el producto desarrollado, entorno de pruebas y como salida es producto final. Finalmente, en las *pruebas con el usuario final* se realizar la socialización con el *usuario final* directamente el producto desarrollado pero además se debe contar con la asistencia del *experto en medicina* y la presencia del *jefe de proyecto*, en este proceso se debe considerar las opiniones de los usuarios mediante un *control de pruebas*.

4.2.4.1. Roles de la fase de pruebas

Usuario final

El usuario final es el adulto mayor el que usará el sistema, del cual se hace el análisis de su estado actual (físico, mental, emocional, etc.).

4.2.4.2. Productos de trabajo de la fase de pruebas

Los productos de trabajo de esta fase son: producto desarrollado en modo entorno de pruebas, producto final y control de pruebas.

Producto desarrollado entorno de pruebas

Es un producto que posee un ámbito de pruebas, es decir que los datos no necesariamente deben ser reales sino ficticios, se debe probar ingresando datos erróneos para detectar errores. Finalmente con este trabajo se puede realizar una retroalimentación para mejorar la calidad del producto.



Universidad de Cuenca

Producto Final

El producto final es una versión final realizada todos los cambios sugeridos en tareas y fases anteriores. Para lo cual se debe instalar una versión para ingresar datos reales. En esta versión no necesariamente puede ser perfecta, así que se debe esperar que surjan errores del sistema o del usuario, para los cuales se debe hacer una modificación.

Control de pruebas

Es un documento que posee el registro de las pruebas realizadas al producto o sistema, así como los usuarios que interviene en esta tarea, la fecha, la versión del producto desarrollado, las sugerencias y/o comentarios sobre el mismo, novedades y errores que surgen.



Capítulo 5. Construcción de una solución usando AMCIAAL

El aumento de la esperanza de vida, el bienestar social y actividades para cubrir el tiempo libre, es el motivo para crear una serie de recursos, desarrollar de sus capacidades y habilidades para su vida profesional, fuera de lo laboral o porque antes no tenían tiempo (Estrella, 2014). De allí que, las actividades lúdicas o juegos brindan la motivación del placer de jugar y contribuyen al desarrollo personal. Además, el juego contribuye a la salud y desarrollo de cualidades físicas, afectivas, sociales, intelectuales, es decir, es un estímulo global (Estrella, 2014).

Se dice que los adultos mayores tienen 14 necesidades básicas: respirar, comer, beber, defecar, moverse, mantener una buena postura, dormir y descansar, vestirse y desvestirse, mantener la temperatura corporal normal, estar limpios y cuidados, evitar peligros, comunicarse, actuar según sus creencias y valores, y ocuparse con el fin de realizarse, divertir y aprender. Estas necesidades requieren de la creación de actividades físicas, cognitivas, de expresión y comunicación, artes plásticas y espirituales (Estrella, 2014).

Es por tanto, que se propone la creación de un juego de memoria categorizado como actividad cognitiva, que brinda las siguientes ventajas: favorecer la concentración, el entrenamiento de la memoria, utilización el tiempo libre, grupos de conversación y activación de la mente (Estrella, 2014).

5.1. Construcción de un juego de memoria usando AMCIAAL

El objetivo de este capítulo se ve orientado hacia la creación un juego de memoria enfocado a las necesidades de los adultos mayores, con el fin de proporcionar una actividad de entrenamiento para la memoria a corto plazo así como también brindar una actividad de entretenimiento y diversión.

5.1.1. Fase de captura y análisis de requerimientos del juego de memoria

La fase de análisis y captura de requerimientos comprende de 5 tareas que son: comprensión del dominio, recolección, clasificación, verificación y validación de requerimientos. En este apartado se describen cada una de las actividades

realizadas dentro de cada tarea, así como la creación de los productos de trabajo y la utilización de las guías de esta fase, lo que se observa en la Figura 5. 1.

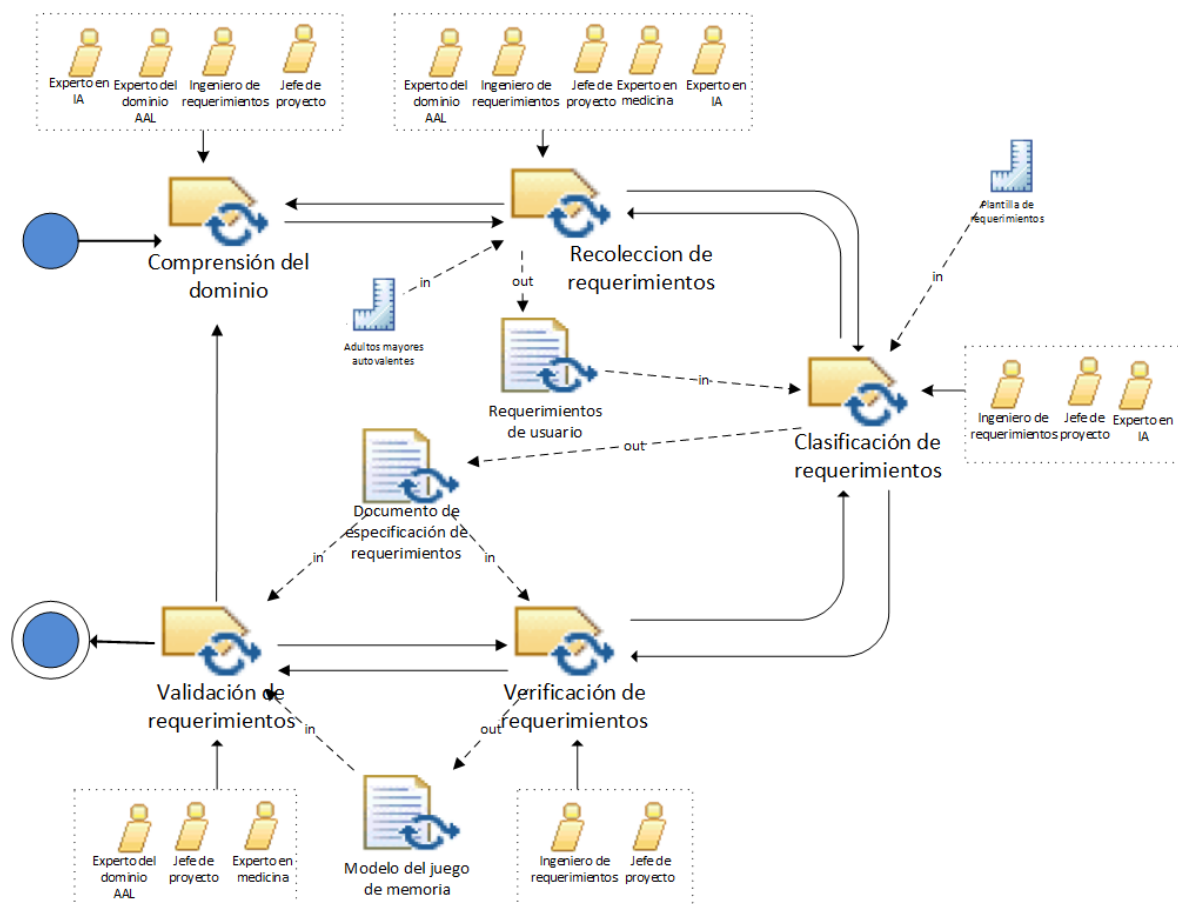


Figura 5. 1: Fase de captura y análisis de requerimientos del juego de memoria basado en AMCIAAL. Fuente: Elaboración propia

5.1.1.1. Comprensión del dominio

La tarea inicial fue la comprensión del dominio que empezó con una reunión para capacitar a los implicados de esta fase (experto en IA, experto del dominio AAL, ingeniero de requerimientos y el jefe de proyecto). Los temas que se han considerado esenciales y útiles son:

- Definición de ambientes de vida asistidos (AAL).
- Objetivos de AAL.
- Ejemplos de dispositivos que han sido construidos con el fin de cumplir con los objetivos de AAL.
- Introducción a la metodología AMCIAAL.
- Asignación de roles y responsabilidades, según los conocimiento y capacidades que tenga cada implicado.



5.1.1.2. Recolección de requerimientos

Luego, en la recolección de requerimientos el experto del AAL, ingeniero de requerimientos, jefe de proyecto, experto en medicina y el experto en IA, analizaron a las personas que acuden a centros de cuidado de la localidad, los cuales deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Personas mayores de 65 años (adultos mayores).
- Pertenecientes a la ciudad de Cuenca.
- Personas autovalentes, es decir personas independientes, capaces de realizar sus actividades por si solas y que no dependen de otras personas.

Problemas y riesgos del grupo AAL

Para la realización de esta tarea fue necesario la revisión de los problemas y riesgos del grupo AAL, para considerar posibles soluciones a los distintos factores de riesgo. Pero, considerando el principal requisito para que los adultos mayores puedan acceder a los centros de cuidado que es ser persona autovalente, se propuso una solución que más se acomode a las distintos problemas que poseen los ancianos en estas instituciones.

Requerimientos de usuario

Una vez realizado el análisis a las personas a las que se dirigirá la solución, se consideró la creación de un juego de memoria con el fin de motivarles al uso de las tecnologías existentes hoy en día, entrenar la memoria a corto plazo, crearles una actividad de entretenimiento y diversión.

Los requerimientos iniciales se consideraron en base al usuario y al juego de memoria:

- El participante debe adivinar en qué posición estuvo un objeto que se presenta por un lapso de tiempo.
- Las imágenes y el texto deben ser grandes
- En el juego de memoria se deben considerar el tiempo que transcurre desde que el juego inicia hasta que termina los 30 turnos.
- Se debe almacenar el nombre, edad y sexo del participante.
- Se debe almacenar datos de las partidas que realiza el participante.

5.1.1.3. Clasificación de requerimientos

Luego, en la clasificación de requerimientos, los implicados (ingeniero de requerimientos, jefe de proyecto y experto en IA) definieron los objetivos del juego de memoria y realizaron la clasificación de los requisitos iniciales poniéndolos en una plantilla de presentación.



Requerimientos de usuario

La entrada en esta tarea fue el producto de trabajo denominado requerimientos de usuario que contiene los requisitos iniciales del juego de memoria, el cual fue analizado por los implicados, lo que dio como resultado los objetivos del juego.

Plantilla de requerimientos

La plantilla de requerimientos contiene los objetivos que se encuentran detallados en el Apéndice B: 1, los requerimientos funcionales en el Apéndice B: 2 y los requerimientos no funcionales en el Apéndice B: 3.

Especificación de requerimientos

Contiene la definición formal de lo que se debe considerar para el desarrollo del juego de memoria, para lo cual es necesario considerar los objetivos, requerimientos funcionales y requerimientos no funcionales, el documento de especificación de requerimientos se encuentra detallado en el Apéndice B: 4.

5.1.1.4. Verificación de requerimientos

Una vez obtenidos los requerimientos funcionales y no funcionales se procede a verificar el documento de especificación de requerimientos, del cual se obtendrá un modelo general del sistema, dichas actividades fueron cumplidas con el ingeniero de requerimientos y el jefe de proyecto.

Especificación de requerimientos

Una vez analizado el documento de especificación de requerimientos por el jefe de proyecto y sin realización de cambios se procedió a la aceptación.

Modelo del sistema

El ingeniero de requerimientos procedió a realizar un diagrama general de la funcionalidad del juego de memoria (Ver Figura 5. 2).

El modelo del juego de memoria está compuesto por entradas y salidas, juego de memoria, gestión de interacción y base de datos.

- Las entradas son mediante la retroalimentación táctil y las salidas son la voz, cuadros de dialogo y presentación en pantalla, que son los medios con los que el usuario podrá interactuar.
- El componente juego de memoria, es la aplicación de software, el mismo que funciona a través de las entradas y salidas y la gestión de interacción.
- La gestión de la interacción está compuesto por la adaptación con aprendizaje automático (*Machine Learning*) y por la generación de contenidos que son el funcionamiento general del juego de memoria.

- La base de datos el que almacenara la información del juego y del participante, en el cual se hará escritura y lectura de datos para el funcionamiento de la aplicación.

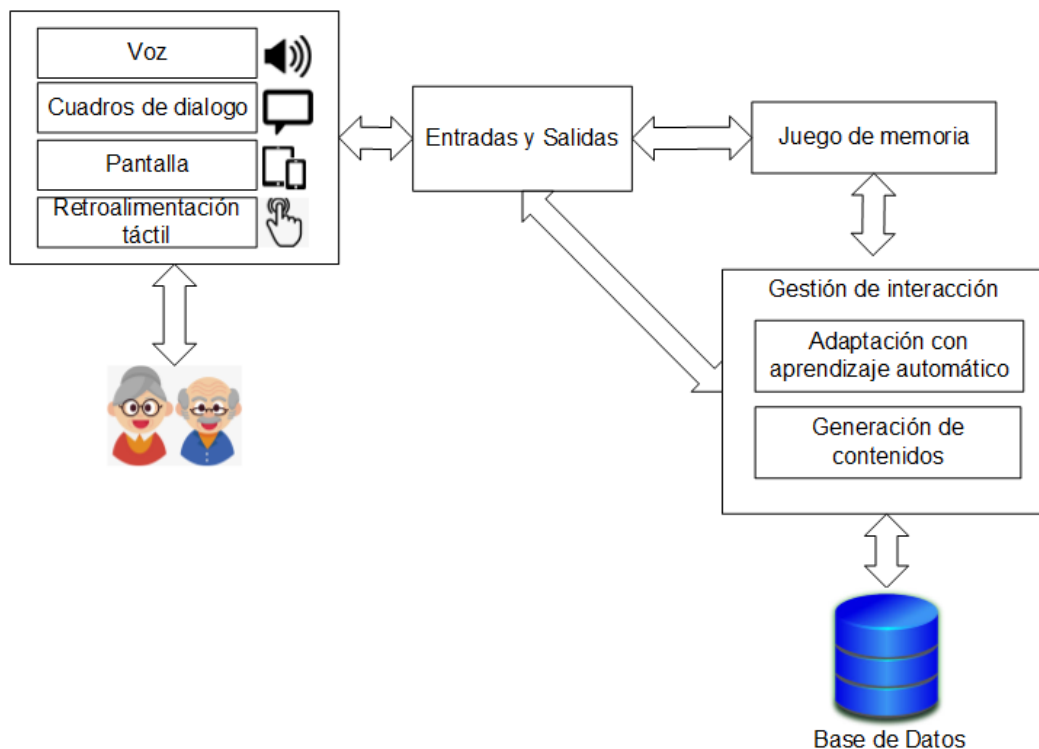


Figura 5. 2: Modelo del juego de memoria. Fuente: Elaboración propia

5.1.1.5. Validación de requerimientos

Para finalizar la fase de captura y análisis de requerimientos, el experto del dominio AAL, el jefe de proyecto y el experto en medicina evaluaron el documento de requerimientos y el modelo general del sistema, siendo aceptado para continuar la siguiente fase.

5.1.2. Fase de diseño de IUIs del juego de memoria

La fase de diseño de interfaces de usuario inteligentes, está representado en la Figura 5. 3, donde se presentan 4 tareas que son: construcción del diseño de IUI, prototipado, verificación del diseño y validación del diseño, que contienen roles, guías y productos de trabajo especificados a continuación.

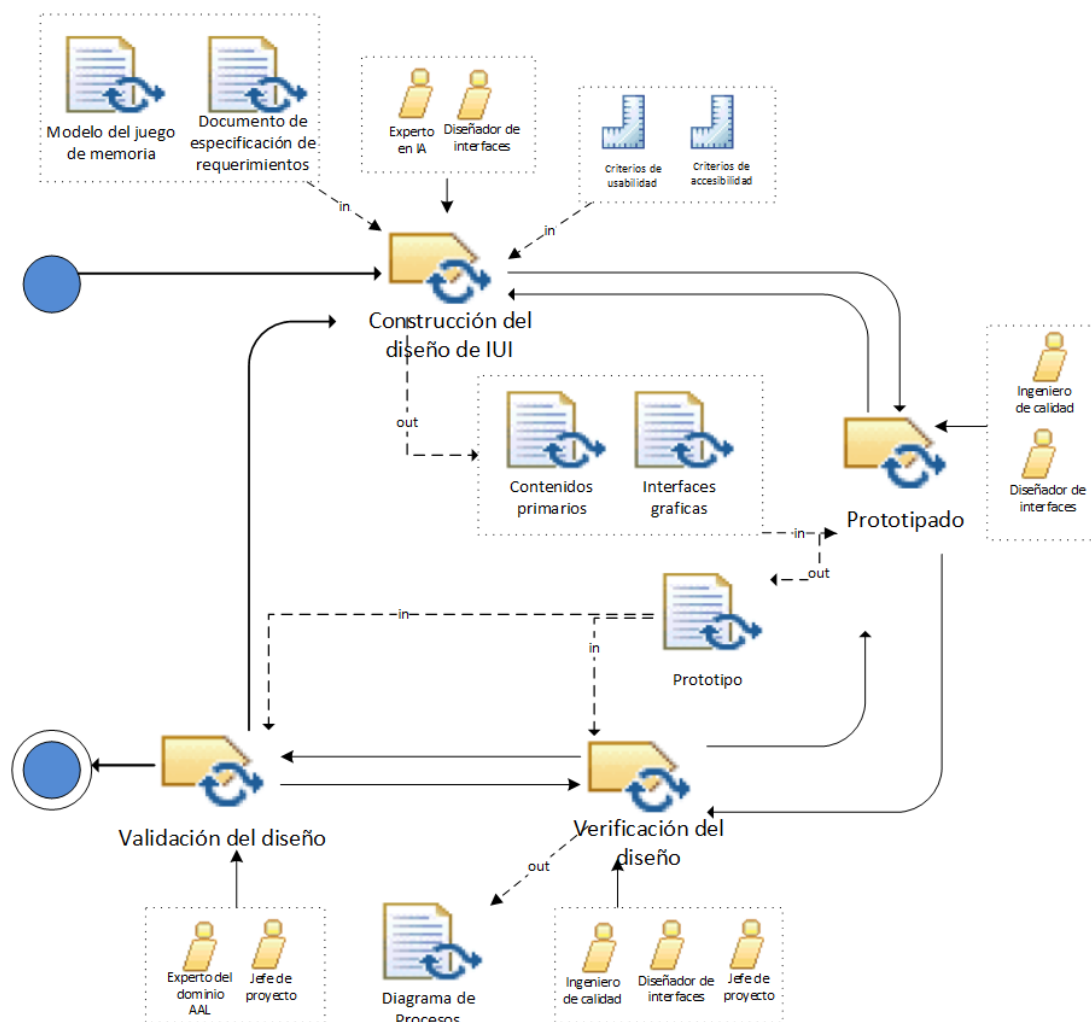


Figura 5. 3: Fase de diseño de IUIs del juego de memoria basado en AMCIAAL.
Fuente: Elaboración propia

5.1.2.1. Construcción del diseño de IUI

En esta tarea, inicialmente se debe hacer la construcción del diseño de IUIs, el diseñador de interfaces y el experto en IA analizaron los productos de trabajo entrantes que son el modelo del sistema y el documento de especificación de requerimientos, con el fin de construir una interfaz acorde a las necesidades de los clientes. Por otro lado, el diseñador de interfaces consideró los criterios de usabilidad y accesibilidad para obtener una interfaz acorde a las necesidades planteadas en el documento de especificación de requisitos.

Criterios de usabilidad y accesibilidad

Se consideraron los criterios mencionados en la guía de criterios de usabilidad que son: facilidad de aprendizaje, eficiencia, visualización, manejo de errores,



satisfacción, enfoque de usuarios y tareas, mediciones empíricas y diseño iterativo.

En cuanto a la accesibilidad se consideraron las accesibilidades visuales, motrices, físicas, auditivas y cognitivas mencionadas en la guía de accesibilidad. Brindando una solución que no cubren en su totalidad a esas deficiencias pero si, en cierto grado para personas que poseen estas discapacidades de bajo porcentaje.

Contenidos primarios y extendidos

La tabla Tabla 5. 1 contiene los elementos que serán parte de la interfaz de usuario, denominado contenidos primarios y extendidos.

Elemento	Cantidad	Detalle
Pantalla de inicio		
Label	4	Centro, Nombre, Edad y genero
Área de Texto	3	Centro, Numero, Edad
Radio Button	2	Género (Masculino y Femenino)
Botones	2	Listar partidas e inicio el juego
Pantalla de juego		
Label	10	Numero de caritas, nombre del participante, numero de intentos, nivel y puntaje (2 labels por parámetro).
Baldosas	4,9,16	Es el espacio del juego

Tabla 5. 1: Elementos de pantalla. Fuente: Elaboración propia

Interfaces gráficas

Luego, con los contenidos primarios y extendidos, se pudo diseñar un boceto en papel sobre el las interfaces gráficas y la ubicación de los elementos. (Ver Apéndice B: 5)

5.1.2.2. Prototipado

En esta tarea el diseñador de interfaces prepara un prototipo a partir de las interfaces graficas creadas, que será evaluado por el ingeniero calidad el mismo que se encarga se verificar que las interfaces cumplan con lo requerido.

Prototipo

Se creó el prototipo con las entradas de esta tarea, el cual fue construido en la herramienta online *gomockingbird* que permite colocar áreas de texto, botones, etc. El prototipo está representado en la Figura 5. 4 y en la Figura 5. 5.



Figura 5. 4: Prototipo de la pantalla inicial. Fuente: Elaboración propia

5.1.2.3. Verificación del diseño

Con el prototipo realizado se procedió a la verificación con el jefe de proyecto, el ingeniero de calidad y el diseñador de interfaces, los mismos crearon el diagrama de proceso del juego de memoria.

Diagrama de proceso

El diagrama de procesos está representado en la Figura 5. 6, el mismo que contiene el proceso del juego de memoria. Una vez iniciado el juego el participante ingresa los datos, la aplicación valida los datos para pasar al juego de memoria. El juego empieza desde el nivel 1 hasta el nivel 30, en caso de pasar el nivel, el juego presentara el siguiente nivel, caso contrario el juego penaliza al participante retrocediendo un nivel, hasta cumplir los 30 turnos y termina la partida.

Figura 5. 5: Prototipos del juego de memoria, niveles de dificultad. Fuente: Elaboración propia

Adema se presenta un cuadro con el proceso en el que aparecerán los mensajes de alerta para el participante (ver Tabla 5. 2).

Mensaje	Tiempo
Empezar a jugar	Después que presiona el botón “Empezar”.
Datos mal ingresados	En caso de ingresar mal los datos iniciales.
Paso de nivel	Cuando haya completado el nivel.
Perdió el nivel	Cuando presiona un lugar donde no haya estado la carita feliz.
Fin de partida	Cuando haya terminado los 30 juegos, así gane o pierda.

Tabla 5. 2: Proceso de salida de mensajes. Fuente: Elaboración propia

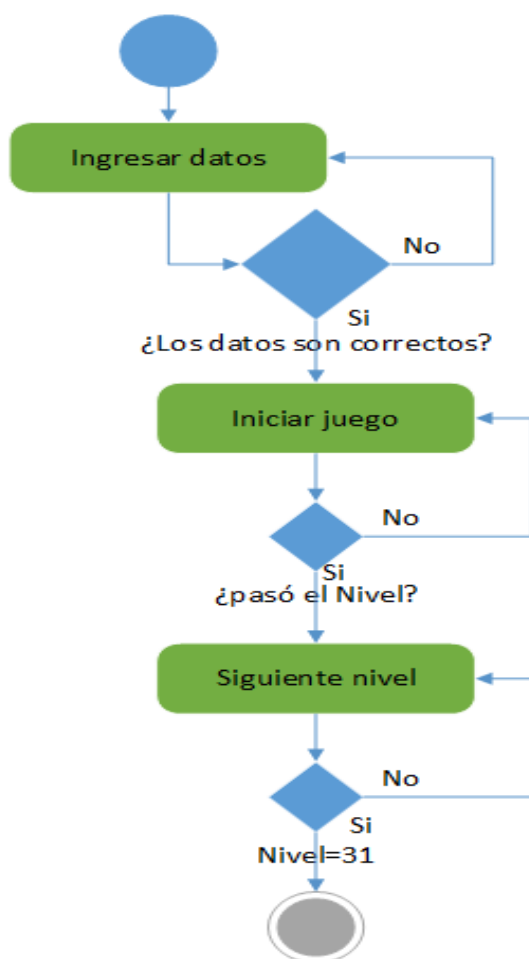


Figura 5. 6: Diagrama de procesos del juego de memoria. Fuente: Elaboración propia

5.1.2.4. Validación del diseño

Finalmente, en la fase de diseño de IUIs, la validación del diseño de interfaces fue evaluada por el experto en el dominio AAL y por el jefe de proyecto, los

mismos analizaron el prototipo y el diagrama de proceso del juego de memoria, los mismos que han sido aceptados.

5.1.3. Fase de implementación del juego de memoria

En la fase de implementación se realizó las siguientes tareas: interpretación, construcción del juego de memoria, verificación del juego de memoria y validación del juego de memoria, las mismas que se observan en la Figura 5. 7. Algunas de estas tareas contienen productos de trabajo y guías que son descritas más adelante. Además, En esta fase se realizó el análisis del diagrama de procesos y del prototipo, lo que posibilito a los implicados analizar y obtener las herramientas para la construcción del producto, estas herramientas son:

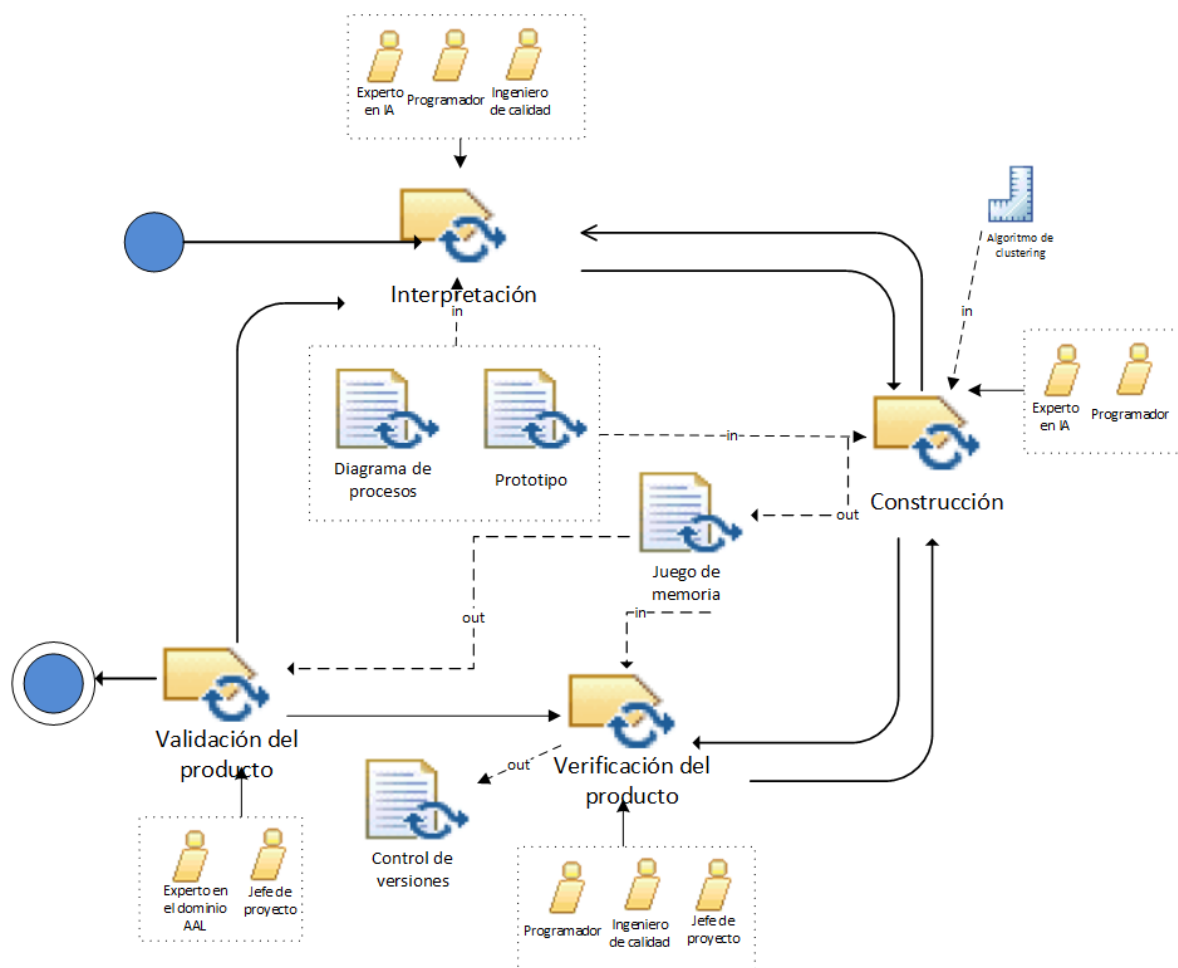


Figura 5. 7: Fase de implementación del juego de memoria basado en AMCIAAL.
Fuente: Elaboración propia

- **Lenguaje de programación de base de datos:** para el almacenamiento de la información que ingresara el usuario y datos de las partidas, se seleccionó la base de datos de Android que es SQLite.



- **Generador de interfaces:** Se consideró a Android Studio 2.3 por su facilidad de uso y por las herramientas que posee.
- **Editores de texto:** Word 2013 versión disponible en el computador.
- **Generador de informes:** IBM SPSS Statistics y Excel
- **Equipo:** Tablet con sistema operativo Android 5.0

5.1.3.1. Interpretación

Luego, en esta tarea el experto en IA, el programador y el ingeniero de calidad hicieron un análisis de los productos de trabajo de la fase de diseño de IUIs que son: el diagrama de procesos que contiene el proceso general del juego de memoria y el prototipo que contiene los elementos visuales para el usuario.

5.1.3.2. Construcción

Posteriormente, el programador empezó con el desarrollo del juego aplicando sus conocimientos en java y en Android, para lo cual fue necesario aplicar la técnica de adaptabilidad sugerida por el experto en IA.

Técnicas de adaptabilidad

Se usó la técnica de Inteligencia Artificial llamada aprendizaje automático o *Machine Learning*, que es una técnica que forma parte del ámbito de la Inteligencia Artificial que crea sistemas que aprenden automáticamente (González, 2014), forma parte de los pilares de las tecnologías de la información y comunicación, que normalmente esta oculta en la vida cotidiana. Con el crecimiento de la información se hace necesario el análisis inteligente de datos (Alpaydın, 2014). Mediante la utilización de un algoritmo, la maquina puede aprender en base a los datos disponibles para predecir comportamientos futuros.

A partir de la selección de la técnica de IA, el experto en esta área propuso un comportamiento con el fin de aplicar la teoría de *Machine Learning* (ver Tabla 5.3).

Nivel	Numero de baldosas	Tiempo que se muestra	Baldosas que se muestran
1	4	4	2
2	4	2	2
3	4	1	2
4	9	4	3
5	9	2	3
6	9	1	3
7	9	4	4
8	9	2	4
9	9	1	4
10	9	4	5



11	9	2	5
12	9	1	5
13	16	4	6
14	16	2	6
15	16	1	6
16	16	4	7
17	16	2	7
18	16	1	7
19	16	4	8
20	16	2	8
21	16	1	8

Tabla 5. 3: *Parámetros del juego de memoria. Fuente: Elaboración propia*

Este comportamiento está formado por 21 niveles del juego de memoria, los cuales poseen un número determinado de baldosas, además el tiempo en que se presentan las caritas felices, es de 4, 2, y 1 segundo, respetivamente. Es decir tiempo que tiene el participante para observar y aprender las posición de las caritas felices. Con el paso de los niveles se incrementará el número de baldosas por lo tanto incrementa la dificultad.

En base a estos parámetros se tendrá que ajustar la dificultad del juego, por lo que fue necesario considerar algunos ejemplos de aplicación de técnicas de *Machine Learning* en juegos. Autores como Lora et al. (2016), Missura y Gärtner (2009) han aplicado técnicas para ajustar la dificultad del juego, los mismos que se han aplicado en el desarrollo del juego de memoria, los aspectos son:

1. Obtener el tiempo de cada partida, lo que se ha propuesto en la Tabla 5. 3.
2. Aplicar *clustering* para agrupar la dificultad del juego.
3. Utilizar aprendizaje supervisado para inferir la dificultad del juego.

Es por eso que se aplicó el algoritmo de Missura y Gärtner (2009) que sugiere seleccionar a los participantes que sean principiantes, medio hábiles y expertos. Lo que se ha logrado con la selección de adultos mayores de centros de cuidado, donde algunos no han utilizado dispositivos móviles y otros lo usan frecuentemente como medio de comunicación y entretenimiento. Con esto se logra controlar al juego, es decir, que el jugador no tendrá que adaptarse al juego, sino lo contrario, el juego tendrá que adaptarse al jugador.

Missura y Gärtner (2009) se basó en el algoritmo de *k-means* de *clustering* y consta de los siguientes pasos:

- 1) Controlar principalmente por las secuencias de tiempo donde, t_i es el tiempo y $f_i(t_i)$ son los valores de las características.



$$T_k = ((t_1, f_1(t_1), \dots, f_L(t_1)), \dots, (t_N, f_1(t_N), \dots, f_L(t_N))),$$

2) Si se da un nuevo jugador lo clasifique y prediga la dificultad:

- Dado la naturalidad de los juegos los niveles iniciales son los más fáciles y cortos, utilizados a modo de entrenamiento.
- El resto de niveles del juego se dificultan y se agrupan.

Se ha considerado este algoritmo dado que ha sido aplicado en juegos. Pero, como trabajo futuro se realizara una selección de un algoritmo de aprendizaje según la solución que se plantea desarrollar.

Producto desarrollado

Se obtuvo el producto desarrollado con las siguientes características la Interfaz inicial fue generada con herramientas nativas de Android Studio (véase Apéndice C: 1), la interfaz gráfica del juego generada con código fuente (véase Apéndice C: 2), y código fuente de la funcionalidad general esta se menciona a continuación:

- Método que coloca los elementos en pantalla (Ver Apéndice D: 1) consiste en poner todos los elementos iniciales de la pantalla secundaria.
- Método onCreate (Ver Apéndice D: 2), es el método principal para que inicie la pantalla.
- Mensajes de aviso al usuario (Ver Apéndice D: 3), el contenido de los mensajes varía de acuerdo a la situación que se presente ver Tabla 5. 2.
- Método principal (Ver Apéndice D: 4), se encarga de validar si se pasó o perdió el nivel, si se jugó una partida de 30 veces y se encarga de enviar los datos del juego al método de almacenamiento a la BD. En este método se incluye el algoritmo de clustering.
- Clase carta (Ver Apéndice D: 5) contiene los atributos de la baldosa tales como: valor booleano la imagen que contendrá si es carita feliz o carita triste, valor booleano caraVisible si está o no visible para el usuario el cual cambiara con el paso de un determinado tiempo y el tamaño X y Y.
- Código fuente para almacenar información en la BD (Ver Apéndice D: 6), que contiene el nombre de la base, las tablas, los atributos de las tablas y los métodos para escribir y leer información almacenada.
- Método que muestra la cara por un lapso de tiempo (Ver Apéndice D: 7) este método mantiene visible la carita feliz por un determinado tiempo.

5.1.3.3. Verificación del producto

Luego, en la verificación del producto el programador, el ingeniero de calidad y el jefe de proyecto observaron que se hayan considerado todos los requerimientos iniciales.



Control de versiones

En la Tabla 5. 4 se observa el control de cambios del juego de memoria. Se vio la necesidad de crear este documento, dado que sugirió la necesidad de incluir sonido para pasar de un nivel a otro y para cuando haya perdido el nivel, este cambio lo sugirió el experto en el dominio AAL. Por lo que se volvió a repetir esta fase.

Versión	Fecha	Modificación
V2	22/02/2018	Sonido al pasar de nivel y al perder un nivel.

Tabla 5. 4: Control de cambios del juego de memoria. Fuente: Elaboración propia

Inclusión de sonido en el Juego

Para incluir el sonido en el juego de memoria se realizaron los siguientes pasos:

1. Elaborar un sonido con la herramienta gratuita online (<http://vozdeloquendogratis.blogspot.com>) de donde se realizó el sonido utilizando una voz clara “Felicidades, has ganado” y “Perdiste”. (Ver Apéndice D: 8).
2. Además se descargó sonidos de fondo.
3. Luego, se editó el sonido con Camtasia Studio (Ver Apéndice D: 9).
4. Se incorporó al juego colocando el sonido en la carpeta *Raw* del proyecto de Android Studio. Consiste en iniciar el sonido cada vez que el jugador gane un nivel o cada vez que pierda. (Ver Apéndice D: 10).

5.1.3.4. Validación del producto

Finalmente, en la validación del producto se hizo una valoración del producto desarrollado por parte del experto en el dominio de AAL con el jefe de proyecto. Los cuales han sugerido incluir voz en el juego de memoria, para lo cual se tuvo que volver al inicio de la fase para que lo analice el programador, una vez sugeridos estos cambios se finalizó la fase.

5.1.4. Fase de evaluación y pruebas del juego de memoria

En la Figura 5. 8 se muestra la fase de evaluación y pruebas del juego de memoria, donde se realizó la validación y verificación con expertos que analizan el producto desarrollado y, pruebas con el usuario final que representa el primer acercamiento del juego de memoria al usuario final.

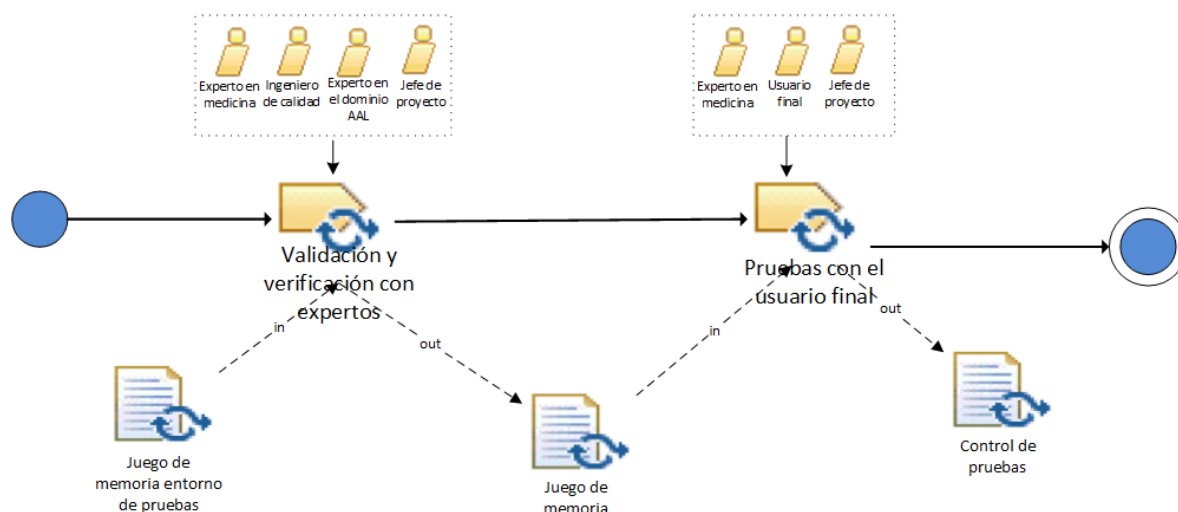


Figura 5. 8: Fase de evaluación y pruebas basado en AMCIAAL. Fuente: Elaboración propia

5.1.5. Validación y verificación con expertos

Posteriormente, en la validación y verificación con expertos (experto en medicina, experto en el dominio AAL y el ingeniero de calidad) y el jefe del proyecto observaron cada detalle del juego en un entorno de pruebas, es decir que los datos ingresados para probar la validez del juego son ficticios al igual que los resultados. Por lo que no tienen ninguna validez para sacar resultados y conclusiones.

5.1.6. Pruebas con el usuario final

Finalmente, ya con las pruebas realizadas por los expertos y borrados los datos creados en el juego en la tarea anterior dado que son ficticios, se procedió a la capacitación del uso del juego (ver Apéndice E: 1), en esta fase se permitió que el participante juego el tiempo y las veces que considere necesario.

En la Tabla 5. 5 se presentan los centros en los que se realizó las pruebas, en el centro 1 se realizó a 33 adultos mayores en 1 grupos de 10 personas y 1 grupo de 13 personas. Luego para el centro 2 se realizaron 3 grupos de 3 personas. Cada

Centro	Fecha	Numero
Centro 1	26/02/2018	33 participantes
Centro 2	26/02/2018	30 participantes

Tabla 5. 5: Control de pruebas. Fuente: Elaboración propia



Capítulo 6. Evaluación empírica

Este capítulo describe la evaluación de la utilidad de aplicar el método AMCIAAL, teniendo en cuenta la percepción del usuario al momento de aplicar el caso de estudio. En la sección 6.1 se presenta una introducción a la evaluación empírica de la solución propuesta, en la sección 6.2 se describe al Modelo de Aceptación Tecnológico (TAM). En la sección 6.3 se define al Modelo de Evaluación de Métodos (MEM). La sección 6.4 presenta la aplicación de MEM para evaluar AMCIAAL. Finalmente, la sección 6.5 presenta las amenazas a la validez.

6.1. Evaluación de la solución propuesta

Se ha incrementado la investigación en los sistemas de información (SI) lo que impulsa al desarrollo de nuevas metodologías y al mismo tiempo la evaluación de las mismas. Es necesario un enfoque para validar el conocimiento metodológico por lo que es necesario aplicar el modelo de evaluación propuesta por Moody, (2003). La aplicación del modelo de evaluación de métodos (Method Evaluation Model - MEM) es útil para medir eficiencia percibida al momento de aplicar la solución propuesta. Luego, para medir la factibilidad de uso percibida, utilidad percibida e intención de uso de los participantes aplicando metodologías para predecir la aceptación del mismo, se extiende el Modelo de aceptación de tecnología (Technology Acceptance Model - TAM) (Moody, 2003).

6.2. Modelo de aceptación tecnológica (TAM)

Technology acceptance model (TAM) propuesta por Davis, (1989), está desarrollado dentro del ámbito de los sistemas de información, el mismo llega a determinar cómo los usuarios la aceptan y utilizan una tecnología. Al existir una nueva tecnología se dan una serie de factores que influyen a la hora de interactuar con esa tecnología. (Moody, 2003).

Existen 5 constructores de TAM, representados gráficamente en Figura 6. 1, y descrito a continuación:

- Facilidad de uso percibida (PEOU): porcentaje en que los usuarios esperan realizar al usar un sistema en particular.
- Utilidad percibida (PU): porcentaje de rendimiento que una persona tiene al usar un sistema en particular.
- Intención de comportamiento (IC): es la medida en que el usuario tiene el interés por usar un sistema en particular.



- Actitud hacia el uso: Deseo del usuario por usar un sistema.
- Uso actual: Uso actual del sistema, este se extiende de IC.

Gráficamente se observa en la Figura 6. 1 la interacción entre los constructores de TAM.

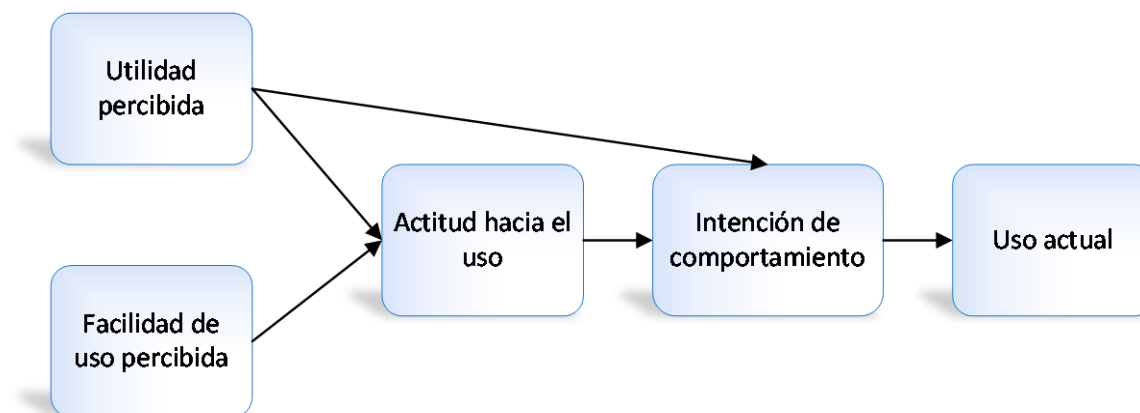


Figura 6. 1: Modelo TAM. Fuente: (Moody, 2003)

6.3. Modelo de evaluación de métodos (MEM)

Method Evaluation Model (MEM) es modelo teórico que evalúa métodos (Moody, 2003). Posee constructores y relaciones causales entre ellos los cuales son expresados gráficamente en la Figura 6. 2 y se definen a continuación.

La eficacia actual mide el desempeño el cual posee dos constructores que son:

- Eficiencia actual: Esfuerzo requerido para aplicar un método.
- Efectividad actual: Porcentaje en que el método alcanza su objetivo.

La eficacia percibida mide la percepción del usuario, posee 2 constructores que son:

- Facilidad de uso percibida: grado de expectativa de una persona al usar método particular sin esfuerzo.
- Utilidad percibida: porcentaje en el cual una persona cree que usando un método podría mejorar su rendimiento en el trabajo.

La adopción en la práctica, que al igual contiene dos constructores que son:

- Intensión de uso: medida en que una persona tiene la intención de usar un método.
- Uso actual: medida en que se usa un método en la práctica.

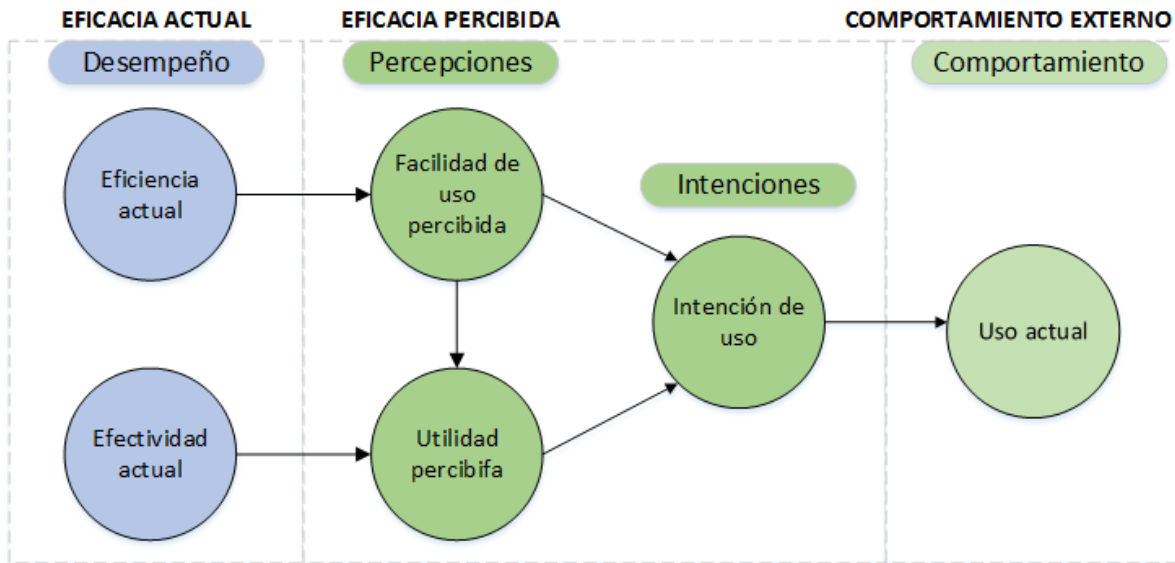


Figura 6. 2. Modelo MEM. Fuente: (Moody, 2003)

6.4. Aplicando MEM

6.4.1. Adaptando MEM

Para aplicar el MEM hay que especificar los objetivos de AAL y de IUIs, dentro del dominio del diseño de interfaces de usuarios surgen los siguientes objetivos: (i) diseñar una interfaz con criterios de usabilidad, (ii) crear interfaces de usuario que sean fáciles de aprender y dentro del dominio de AAL se crean los siguientes objetivos: (iii) crear tecnologías AAL que mejore la salud de los adultos mayores y (iv) facilitar la movilidad de los adultos mayores de manera independiente.

Siendo el enfoque principal del MEM la evaluación de la eficacia de los métodos creados, por lo que es necesario:

- La medición del esfuerzo requerido para aplicar el método y la calidad de los resultados.
- La eficiencia actual que es el esfuerzo requerido para entender y aplicar el método, el cual puede ser hallado utilizando ciertas medidas como el tiempo.
- La efectividad actual que es la calidad del método, puede ser una medida determinado por la capacidad del usuario al realizar una cierta actividad y si esta es realizada con éxito o con fracaso.

Las variables de efectividad actual y de eficiencia actual están definidas de la siguiente manera:



Universidad de Cuenca

- Efectividad actual: es la proporción entre el número de niveles ganados y el número total de intentos.

$$Efectividad\ actual = \frac{\text{Numero de aciertos}}{\text{Numero total de intentos}}$$

- Eficiencia actual: es el tiempo que se demora el usuario en terminar una partida.

$$Eficiencia\ actual = \sum_{i=1}^n \text{Tiempo que le toma al usuario terminar una partida}$$

Para realizar la evaluación se han propuesto un conjunto de preguntas con el fin de medir los tres constructores de percepción e intención (facilidad de uso percibida, utilidad percibida e intención de uso) utilizando MEM, ver Figura 6. 3 dicho cuestionario esta expresado en la Tabla 6. 1.

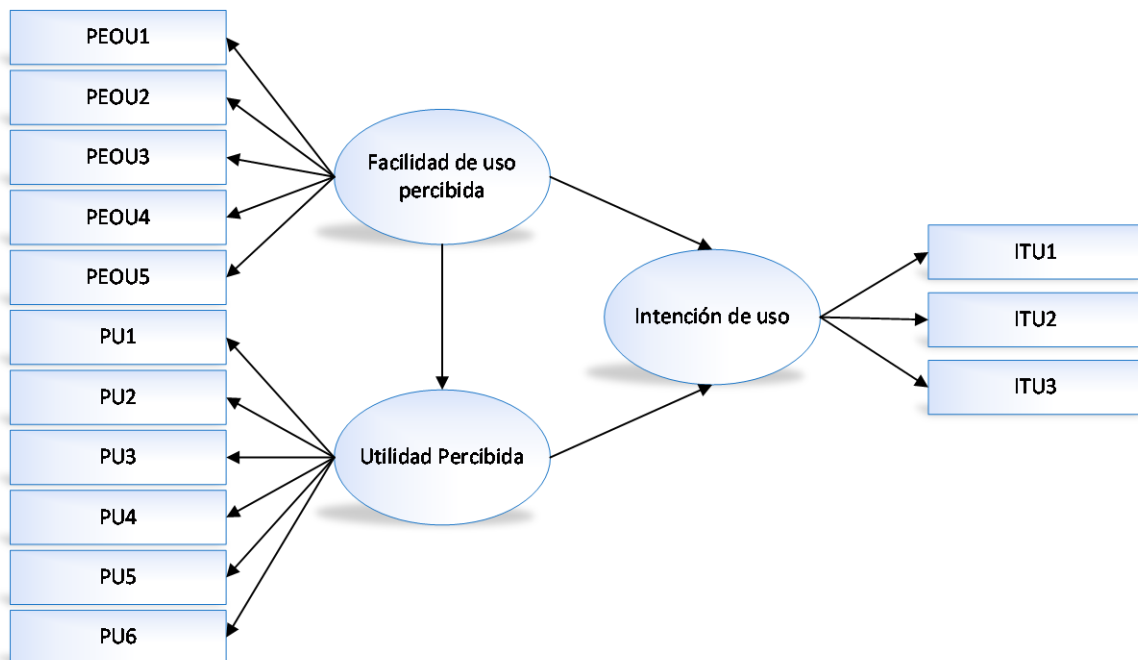


Figura 6. 3. Distribución de preguntas del cuestionario, Fuente. Elaboración propia

Después de adaptar el MEM, la posibilidad de que el juego de memoria sea aceptado en la práctica se propone las siguientes hipótesis:

- H1₀: El juego de memoria se percibe como difícil de usar, H1₀=¬H1₁.
- H2₀: El juego de memoria no se percibe como útil, H2₀=¬H2₁.
- H3₀: No existe intención de utilizar este juego de memoria en el futuro H3₀=¬H3₁.



Pregunta	Declaración Positiva (5 Puntos)
PEOU1	El juego de memoria es sencillo y fácil de seguir
PEOU2	En general, el juego de memoria es fácil de entender.
PEOU3	Los pasos para resolver el juego de memoria son claros y fáciles de entender.
PEOU4	El juego de memoria es fácil de aprender.
PEOU5	Considero que sería fácil dominar este juego.
PU1	Considero que este método podría reducir el tiempo y esfuerzo requerido para recordar elementos de la vida real.
PU2	En general, considero que el juego de memoria es útil.
PU3	Considero que el juego de memoria es útil para mejorar la capacidad de la memoria a corto plazo.
PU4	Pienso que el método es lo suficientemente expresivo para definir cómo se resuelve.
PU5	El uso de este método podría mejorar mi rendimiento en recordar objetos o eventos fácilmente.
PU6	En general, pienso que este juego de memoria puede usarse como ayuda para recordar ciertos objetos o eventos.
ITU1	Si necesitaría utilizar un juego de memoria en el futuro, consideraría este juego.
ITU2	De ser necesario, utilizaría este juego de memoria en el futuro.
ITU3	Recomendaría el uso de este juego de memoria.

Tabla 6. 1: Cuestionario para medir variables de percepción. Fuente: Elaboración propia

Para establecer una relación directa entre el uso de un juego de memoria en particular, percepciones e intenciones de los usuarios, se generan las hipótesis:

- H4₀: La facilidad de uso percibida no puede verse determinada por la eficiencia, $H4_0 = \neg H4_1$. La eficiencia se basa en el rendimiento de la eficiencia actual y la facilidad de uso percibida se basa en la percepción.
- H5₀: La percepción de la utilidad no está determinada por la efectividad. $H5_0 = \neg H5_1$. : Esta hipótesis se da ya que, la efectividad se basa en el rendimiento y la utilidad percibida se basada en la percepción de la efectividad.



- H6₀: La utilidad percibida no es determinada por la facilidad de uso percibida, $H6_0 \Rightarrow \neg H6_1$. La facilidad de uso percibida se encuentra que no tiene influencia sobre la utilidad percibida. Esta hipótesis es tomada desde el TAM.
- H7₀: La intención de uso no es determinada por la facilidad de uso percibida, $H7_0 \Rightarrow \neg H7_1$. La facilidad de uso percibida tiene influencia sobre la intención de uso, descrito en el TAM.
- H8₀: La intención de uso no está determinada por la utilidad percibida. $H8_0 \Rightarrow \neg H8_1$. La utilidad percibida tiene una influencia sobre la intención de uso, descrito por TAM.

En la Tabla 6. 1 se observan los ítems definidos para medir las variables basadas en la percepción de los usuarios, este cuestionario fue planteado con 14 preguntas relacionadas a la evaluación de la solución propuesta estas preguntas están visibles en el Apéndice F: 1. Se aplicó este cuestionario después de que el sujeto haya utilizado el juego de memoria, se planteó utilizando una escala de 5 puntos de Likert, con preguntas opuestas.

En la Tabla 6. 2 se muestran 2 preguntas abiertas que se realizaron a más de las preguntas antes mencionadas, sobre las sugerencias y comentarios, las mismas que brindan contribuciones para mejorar el juego de memoria, para generar nuevas versiones considerando estas sugerencias.

Código	Pregunta
PA1	¿Tiene alguna sugerencia de cómo hacer que este juego de memoria sea más fácil de usar?
PA2	¿Cuáles son las razones por las que tiene o no la intención de usar este juego de memoria en un futuro?

Tabla 6. 2: Preguntas abiertas. Fuente: Elaboración propia

6.4.2. Ejecución y Análisis del experimento

En la realización del experimento se llevó a cabo con la participación de 22 adultos mayores, los mismos son escogidos de manera aleatoria por lo que en la muestra existen 20 mujeres y 2 hombres. Los cuales antes de participar en la evaluación han firmado un consentimiento informado detallado en el Apéndice F: 2, además las personas participantes han sido almacenadas con un ID con el fin de mantener su identidad en el anonimato Apéndice F: 3. Luego de la participación, se les aplico un cuestionario de 14 preguntas cerradas para analizar variables subjetivas y 2 preguntas abiertas que permitirá a los participantes expresar sus opiniones sobre la solución propuesta.

Los resultados del experimento fueron recogidos utilizando el juego de memoria y el cuestionario aplicado a las personas que utilizaron el juego. Luego

se hizo una clasificación de las preguntas del cuestionario según la facilidad de uso percibida, percepciones del usuario e intenciones de uso, para posteriormente sacar el valor de la media (ver Apéndice G: 1).

Análisis de las percepciones del usuario

En la Figura 6. 4 se muestra los diagramas de caja pertenecientes a las variables (PEOU, PU e ITU), de las cuales se observa que la media para cada variable es mayor que el valor neutro (3) de la escala de Likert (1-5), tomando a las respuestas como 1 (valor bajo) si es negativo y 5 (valor alto) si es positivo.

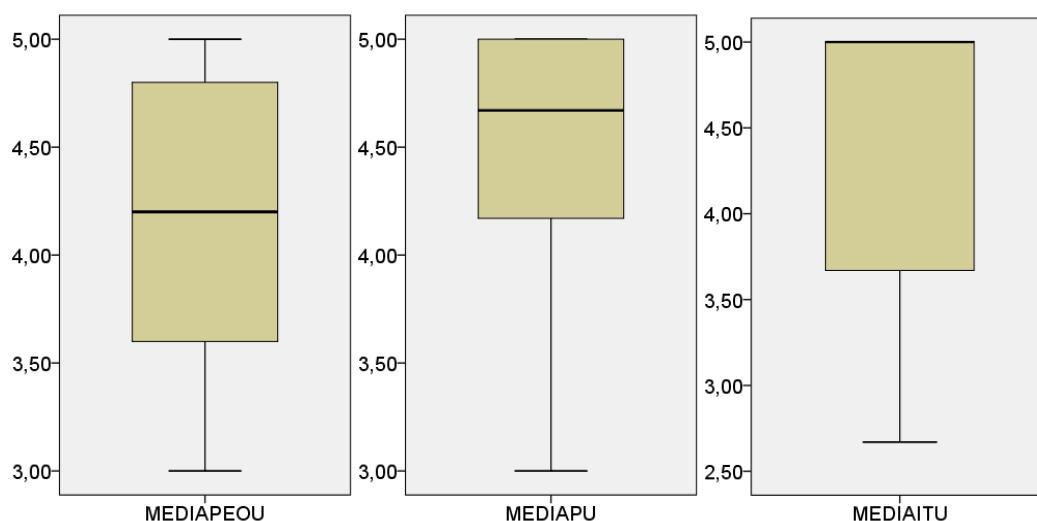


Figura 6. 4: Diagrama de cajas para las variables PEOU, PU e ITU. Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6. 3 se detallan los valores correspondientes para cada una de las variables del TAM y MEM. En la cual se hace una test de Shapiro-Wilk, donde se establece que si $p < 0,05$, se rechaza la hipótesis con un nivel de significancia del 5%, y por el contrario si $p < 0,01$, se rechazaría con un nivel del 1%. Entonces en base a estas definiciones se extraen los siguientes resultados:

- La variable PEOU posee un valor mínimo de 3,00, valor máximo de 5,00 y valor medio de 4,118. Lo que significa, que la solución presentada fue percibida como fácil de usar.
- La variable PU posee un valor mínimo de 3,00, valor máximo de 5,00 y valor medio de 4,433. Es decir, los usuarios perciben a la solución presentada como útil.
- La variable ITU posee un valor mínimo de 2,67, valor máximo de 5,00 y valor medio de 4,425. Lo que significa, que los usuarios tienen una intención de uso en el futuro.



Estos resultados rechazan las hipótesis H_{10} , H_{20} , H_{30} . Por lo que se puede decir que existe una gran posibilidad de que el juego de memoria sea aceptado en la práctica. Ya que se percibe como fácil de usar, útil y que los usuarios tienen la intención de usar este juego de memoria en el futuro.

Var	Min	Max	Media	Std. Dev.	Std. E.	Shapiro-Wilk test p-value
PEOU	3.00	5.00	4.118	0.69737	0.14868	0.022*
PU	3.00	5.00	4.433	0.70743	0.15083	0.000
ITU	2.67	5.00	4.425	0.80492	0.17161	0.000

Tabla 6. 3: Prueba de Shapiro Wilk. Fuente: Elaboración propia

Análisis del rendimiento del usuario

Se midió la efectividad y eficiencia de los participantes al usar el juego de memoria, la Tabla 6. 4, muestra los valores correspondientes a cada variable de efectividad y eficiencia del cual se puede decir:

- La efectividad fue de 0,50 a 0,77 con un valor medio de 0,66, esto quiere decir que algunos adultos mayores demuestran un alto rendimiento en los primeros niveles, pero, cuando hay mayor cantidad de baldosas, tienden a olvidarse la posición de los objetos.
- La eficiencia (en minutos) fue de 2,51 minutos a 6,38 minutos y valor medio de 4,64 minutos, tiempo que tardaron en jugar las 30 partidas completas. Estos valores podrán cambiar significativamente a factores como: experiencia de uso de dispositivos móviles, edad avanzada, discapacidad, etc.

Variable	Min	Max	Media	Desviación Std
Efectividad	0.50	0.77	0.6561	0.07725
Eficiencia	2.51	6.38	4.6432	1,01553

Tabla 6. 4: Estadística Descriptiva para Variables Basadas en la Percepción del Usuario. Fuente: Elaboración propia

El propósito de tomar estos datos fue para probar si las percepciones de los usuarios fueron resultados de su rendimiento y entender cómo los participantes han usado el método.

Análisis de las relaciones causales

En esta sección se validará la estructura del MEM en términos de relaciones causales entre sus constructores. Para esto, se utilizó el análisis de regresión, las hipótesis H_{40} , H_{50} , H_{60} , H_{40} , H_{40a} probar son relaciones causales entre variables



continuas. Donde se utilizaran los siguientes niveles (ver Tabla 6. 4) presentados por Moody, (2001)

Valor de Significancia	Rango
No significativo	$p > 0.1$
Baja significancia	$p < 0.1$
Media significancia	$p < 0.05$
Alta significancia	$p < 0.01$
Muy alta significancia	$p < 0.001$

Tabla 6. 5: Niveles de significancia. Fuente: (Moody, 2001)

1. Eficiencia vs. Facilidad de Uso Percibida

Para comprobar si las percepciones de Facilidad de Uso Percibida (PEOU) son determinadas por la Eficiencia de los jugadores, la hipótesis H_{40} : La facilidad de uso percibida no puede verse determinada por la eficiencia, ha sido probada. En la Tabla 6. 6 se observan los valores correspondientes a este análisis, del cual resultó la siguiente ecuación de regresión.

$$PEOU = 3.935 + (-0.039) * eficiencia$$

El modelo de regresión fue encontrado como no significativo, con $p > 0.1$. El R^2 representa el 0.3% de la varianza en PEOU. Dando como resultado, que la eficiencia actual de los participantes no influye en sus percepciones de facilidad de uso. Lo que permite corroborar que la hipótesis H_{40} es aceptada, es decir que, la Facilidad de Uso Percibida no está determinada por la Eficiencia.

Reg. Element	Coef (b)	Std. E.	Std. Coef	t	Sig (p)	R	R ²
Constante	3.935	0.728		5.406	0.000		
Eficiencia	-0.039	0.153	-.057	0.257	0.800	0.057	0.003

Tabla 6. 6: Regresión Simple entre la Eficiencia Actual y la Facilidad de Uso Percibida. Fuente: Elaboración propia

2. Efectividad vs Utilidad Percibida

Para comprobar si la Utilidad Percibida (PU) es determinada por la Efectividad de los jugadores, la hipótesis H_{50} : La percepción de la utilidad no está determinada por la efectividad, ha sido probada. En la Tabla 6. 7 se observan los valores correspondientes a este análisis, del cual resultó la siguiente ecuación de regresión.

$$PU = 5.707 + (-1.941) * efectividad$$

Reg. Element	Coef (b)	Std. E.	Std. Coef	t	Sig (p)	R	R ²
--------------	----------	---------	-----------	---	---------	---	----------------



Constante	5.707	1.322		4.318	0.000		
Efectividad	-1.941	2.001	-0.212	-0.970	0.344	0.212	0.045

Tabla 6. 7: Regresión Simple entre la Efectividad Actual y la Utilidad Percibida.

Fuente: Elaboración propia

El modelo de regresión fue encontrado como no significativo, con $p > 0.1$. El R^2 representa el 4.5% de la varianza en PEOU. Dando como resultado, que la efectividad actual de los participantes no influencia sus percepciones de utilidad percibida. Lo que permite corroborar que las hipótesis H_{50} es aceptada, es decir que, la utilidad no está determinada por la efectividad.

3. PEOU vs Utilidad Percibida

Para comprobar si la Utilidad Percibida (PU) es determinada por Facilidad de Uso Percibida (PEOU) de los jugadores, la hipótesis H_{60} ha sido probada. En la Tabla 6. 8 se observan los valores correspondientes a este análisis, del cual resultó la siguiente ecuación de regresión.

$$PU = 1.153 + 0,796 * PEOU$$

Reg. Element	Coef (b)	Std. E.	Std. Coef	t	Sig (p)	R	R2
Constante	1.153	0.586		1.967	0.063		
PEOU	0.796	0.140	0.785	5.669	0.003	0.785	0.616

Tabla 6. 8: Regresión Simple entre la Facilidad de Uso Percibida y la Utilidad

Percibida. Fuente: Elaboración propia

El modelo de regresión fue encontrado como de alta significancia, con $p < 0.01$. El R^2 muestra que la variable PEOU es capaz de explicar el 61.6% de la varianza en PU. Dando como resultado, que más de la mitad de las percepciones con respecto a PU están determinadas por PEOU. Lo que permite rechazar la hipótesis H_{60} , es decir que, PU está determinada por PEOU.

4. Intención de Uso vs Utilidad Percibida

Para comprobar si la Utilidad Percibida (PU) es determinada por la Intención de Uso (ITU) de los jugadores, la hipótesis H_{70} : La intención de uso no es determinada por la facilidad de uso percibida, ha sido probada. En la Tabla 6. 9, se observan los valores correspondientes a este análisis, del cual resultó la siguiente ecuación de regresión.

$$ITU = 0.178 + 0.958 * PU$$

Reg. Element	Coef (b)	Std. E.	Std. Coef	t	Sig (p)	R	R2
Constant	0.178	0.616		0.288	0.776		
PU	0.958	0.137	0.842	6.978	0.000	0.842	0.709

Tabla 6. 9: Regresión Simple entre Utilidad Percibida e Intención de Uso. Fuente:

Elaboración propia



El modelo de regresión fue encontrado como de muy alta significancia, con $p < 0.001$. El R^2 muestra que la variable PU es capaz de explicar el 70.9% de la varianza en ITU. Dando como resultado, que una gran cantidad de las percepciones con respecto a ITU están determinadas por PU. Lo que permite rechazar la hipótesis $H7_0$, es decir que, la intención de uso es determinada por la facilidad de uso percibida

5. Intención de Uso vs Facilidad de Uso Percibida

Para comprobar si la Facilidad de Uso Percibida (PEOU) es determinada por la Intención de Uso (ITU) de los jugadores, la hipótesis $H8_0$: La intención de uso no está determinada por la utilidad percibida, ha sido probada. En la Tabla 6. 10, se observan los valores correspondientes a este análisis, del cual resultó la siguiente ecuación de regresión.

$$ITU = 1.673 + 0.668 * PEOU$$

Reg. Element	Coef (b)	Std. E.	Std. Coef	t	Sig (p)	R	R2
Constant	1.673	0.878		1.904	0.071		
PEOU	0.668	0.210	0.579	3.175	0.005	0.579	0.335

Tabla 6. 10: Regresión Simple entre Facilidad de Uso Percibida e Intención de Uso. Fuente: Elaboración propia

El modelo de regresión fue encontrado como de alta significancia, con $p < 0.01$. El R^2 muestra que la variable PEOU es capaz de explicar el 33.5% de la varianza en ITU. Dando como resultado, que algunas de las percepciones con respecto a ITU están determinadas por PEOU. Lo que permite rechazar la hipótesis $H8_0$, es decir que, la intención de uso está determinada por la utilidad percibida.

6.4.3. Análisis de los resultados

En el Grafico 6. 1 se muestran los porcentajes de las respuestas obtenidos de la pregunta 1, en el cual se observa que la mayoría de participantes está en desacuerdo con esta pregunta, es decir que el juego de memoria les pareció fácil de seguir y poco complejo.

En el Grafico 6. 2 se muestran los porcentajes de las respuestas obtenidos de la pregunta 2, en el cual se observa que la mayoría de participantes está de acuerdo con esta pregunta.

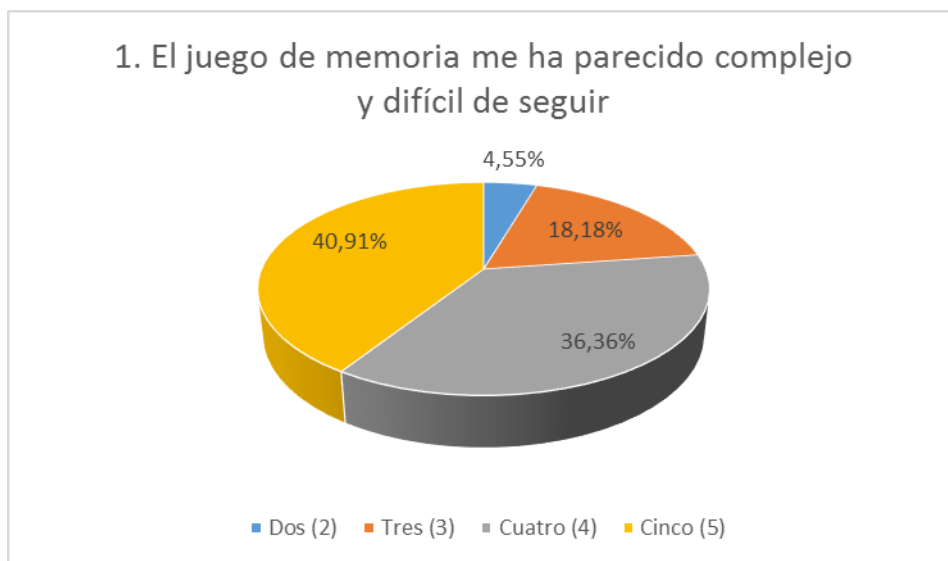


Grafico 6. 1: Resultados de la encuesta, pregunta 1. Fuente: Elaboración propia

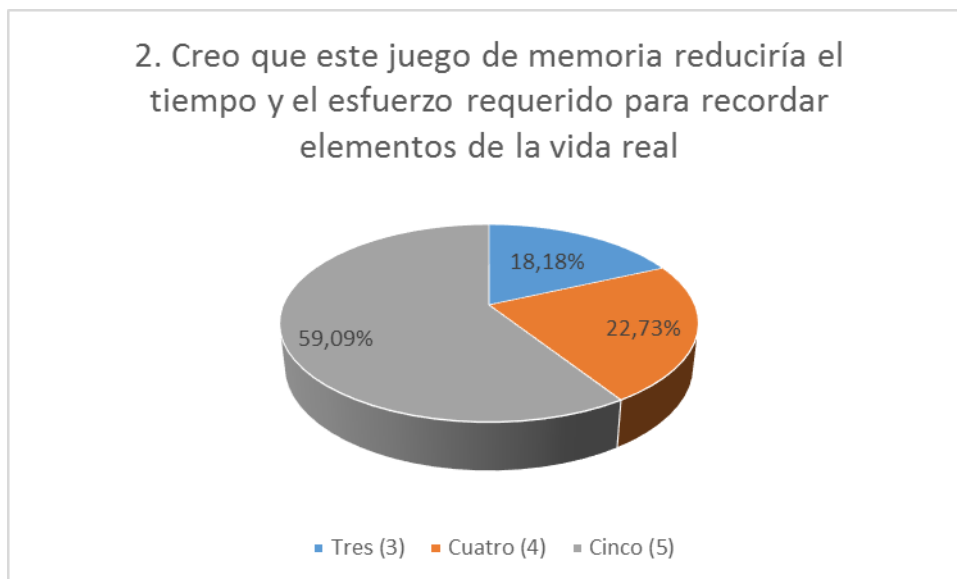


Grafico 6. 2: Resultados de la encuesta, pregunta 2. Fuente: Elaboración propia

En el Grafico 6. 3 se muestran los porcentajes de las respuestas obtenidos de la pregunta 3, en el cual se observa que la mayoría de participantes está en desacuerdo con esta pregunta, es decir que el juego de memoria les pareció fácil de entender.

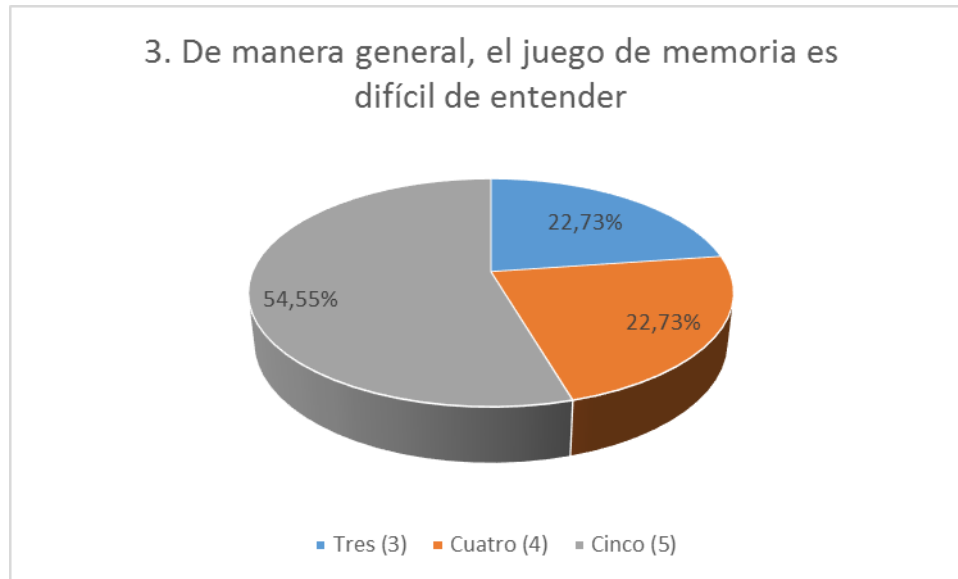


Grafico 6. 3: Resultados de la encuesta, pregunta 3. Fuente: Elaboración propia

En el Grafico 6. 4 se muestran los porcentajes obtenidos de respuestas de la pregunta 4, en el cual se observa que la mayoría de participantes está de acuerdo con esta pregunta.

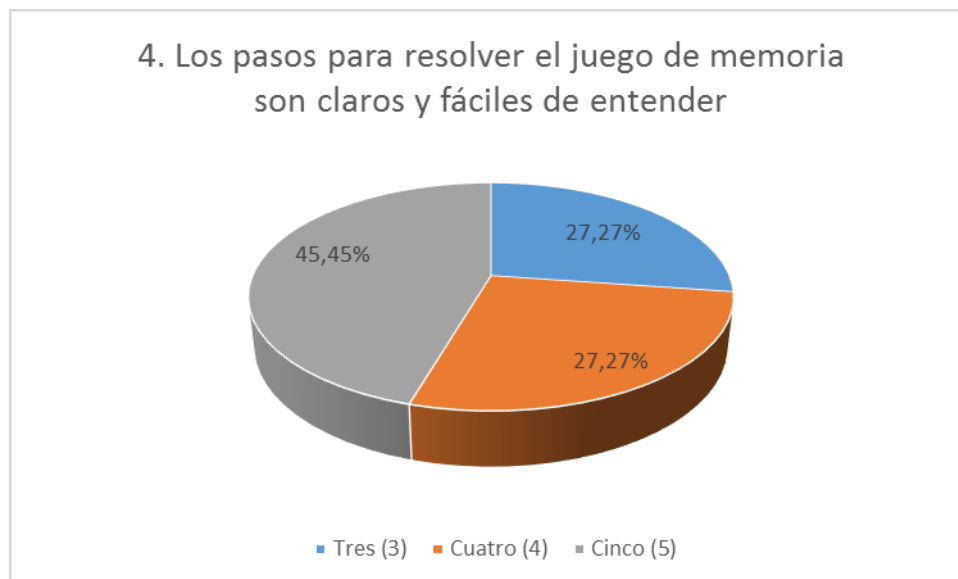


Grafico 6. 4: Resultados de la encuesta, pregunta 4. Fuente: Elaboración propia

En el Grafico 6. 5 se muestran los porcentajes obtenidos de las respuestas de la pregunta 5, en el cual se observa que la mayoría de participantes percibieron al juego de memoria como útil.

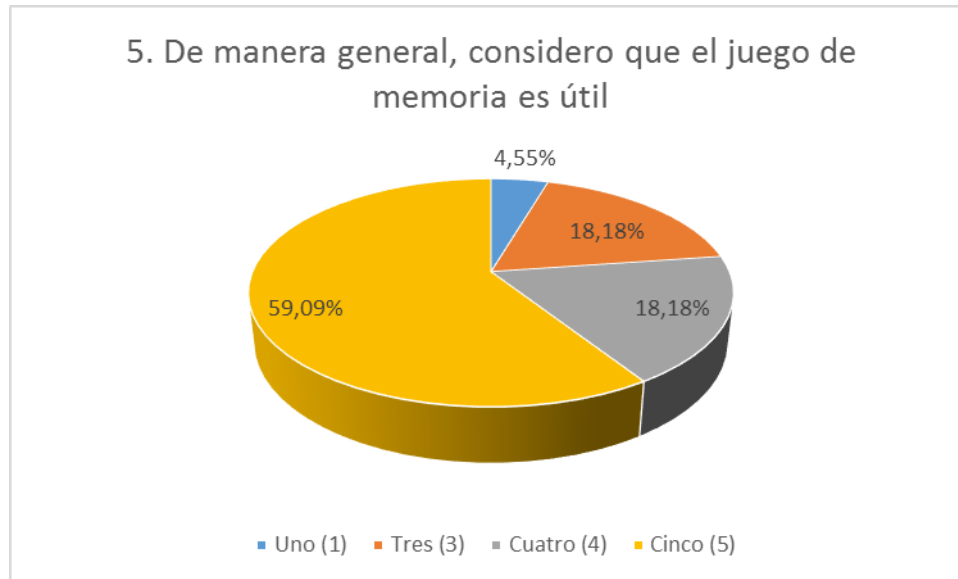


Grafico 6. 5: Resultados de la encuesta, pregunta 5. Fuente: Elaboración propia

En el Grafico 6. 6 se muestran los porcentajes obtenidos de las respuestas de la pregunta 6, en el cual se observa que la mayoría de participantes está en desacuerdo, es decir que el juego de memoria les pareció fácil de aprender.

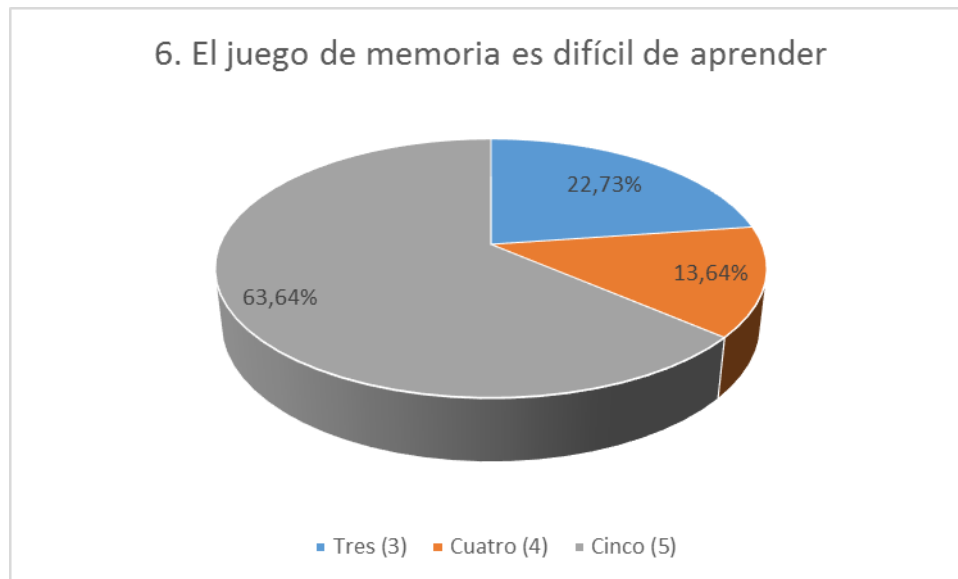


Grafico 6. 6: Resultados de la encuesta, pregunta 6. Fuente: Elaboración propia

En el Grafico 6. 7 se muestran los porcentajes obtenidos de las respuestas de la pregunta 7, en el cual se observa que la mayoría de participantes considera que el juego de memoria es útil para entrenar la memoria de corto plazo.

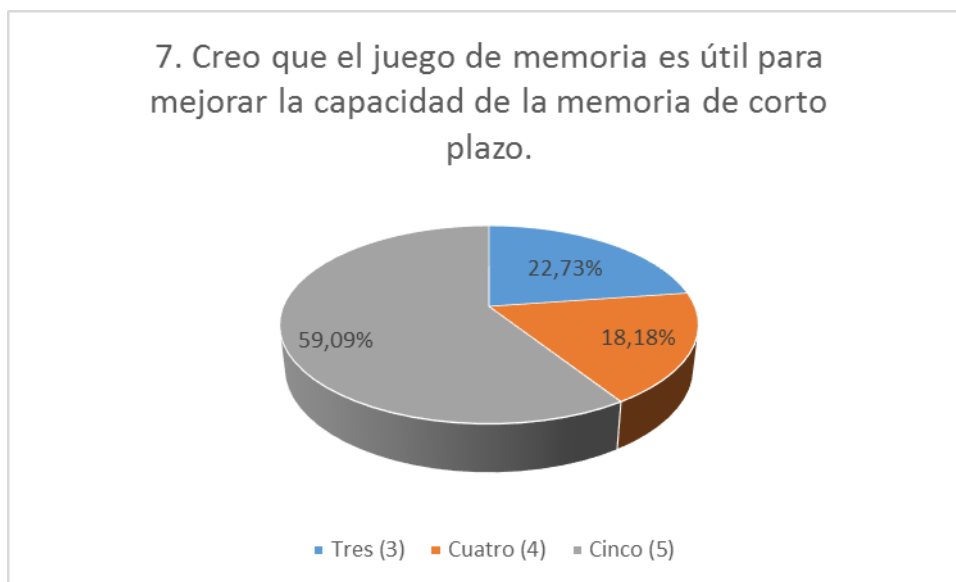


Grafico 6. 7: Resultados de la encuesta, pregunta 7. Fuente: Elaboración propia

En el Grafico 6. 8 se muestran los porcentajes obtenidos de las respuestas de la pregunta 8, en el cual se observa que la mayoría de participantes tienen la intención de utilizar el juego de memoria en el futuro.



Grafico 6. 8: Resultados de la encuesta, pregunta 8. Fuente: Elaboración propia

En el Grafico 6. 9 se muestran los porcentajes obtenidos de las respuestas de la pregunta 9, en el cual se observa que la mayoría de esta en desacuerdo, es decir, el juego es expresivo para definir cómo se resuelve.

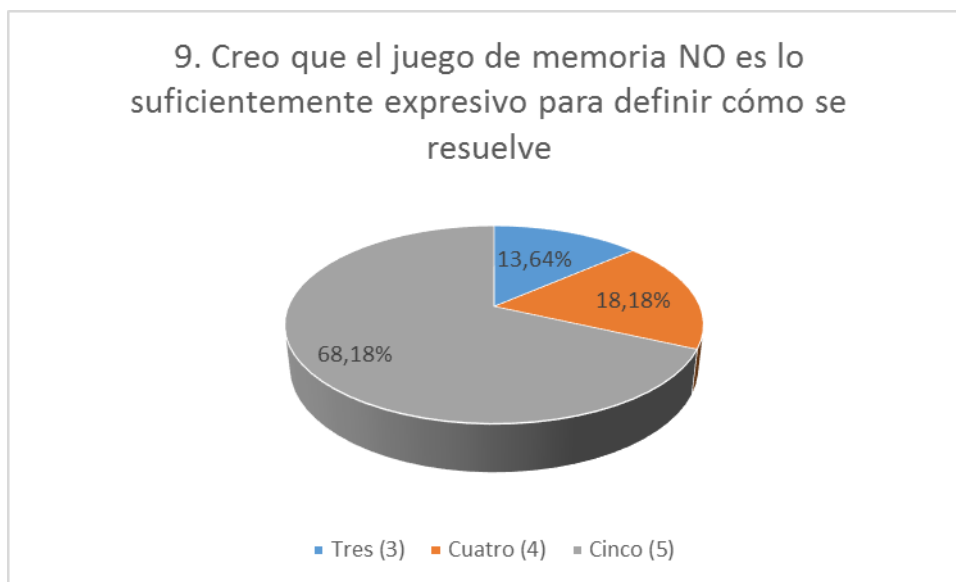


Grafico 6. 9: Resultados de la encuesta, pregunta 9. Fuente: Elaboración propia

En el Grafico 6. 10 se muestran los porcentajes obtenidos de las respuestas de la pregunta 10, en el cual se observa que la mayoría de participantes están de acuerdo.

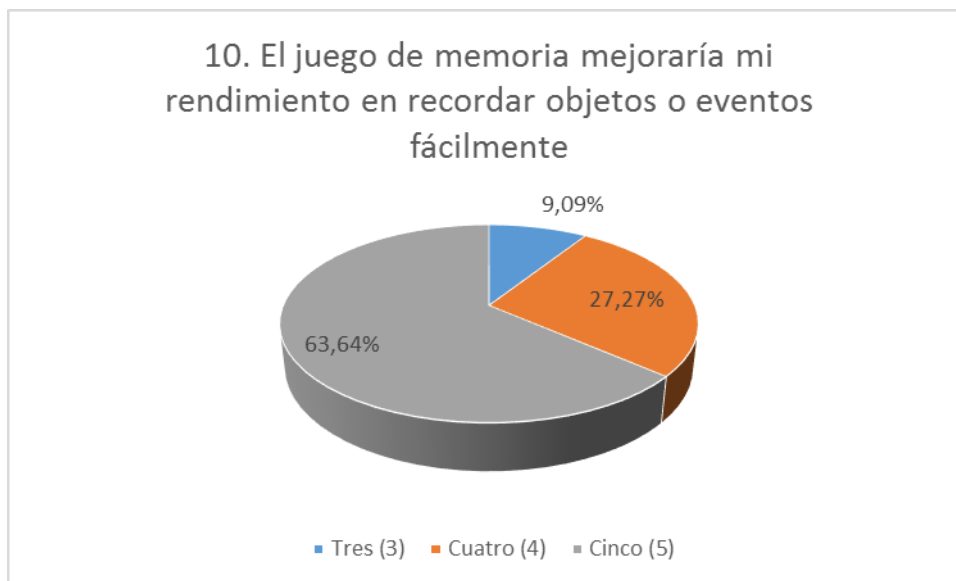


Grafico 6. 10: Resultados de la encuesta, pregunta 10. Fuente: Elaboración propia

En el Grafico 6. 11 se muestran los porcentajes obtenidos de las respuestas de la pregunta 11, en el cual se observa que algunos participantes tienen incertidumbre sobre el dominio del juego, mientras que, otros sostienen que no será posible y la gran mayoría perciben que con práctica podrían dominar el juego.

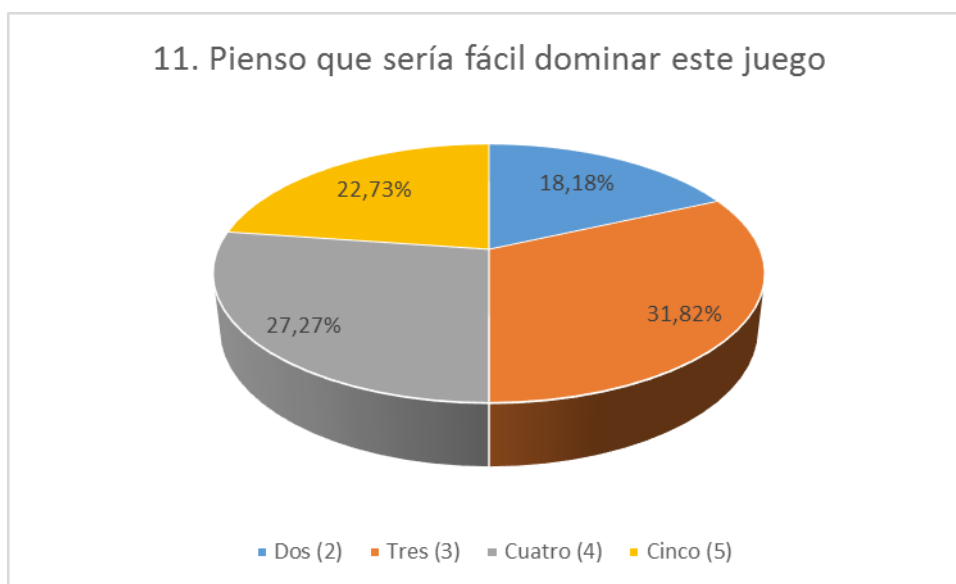


Grafico 6. 11: Resultados de la encuesta, pregunta 11. Fuente: Elaboración propia

En el Grafico 6. 12 se muestran los porcentajes obtenidos de las respuestas de la pregunta 12, en el cual se observa que la mayoría de participantes está en desacuerdo con esta afirmación.

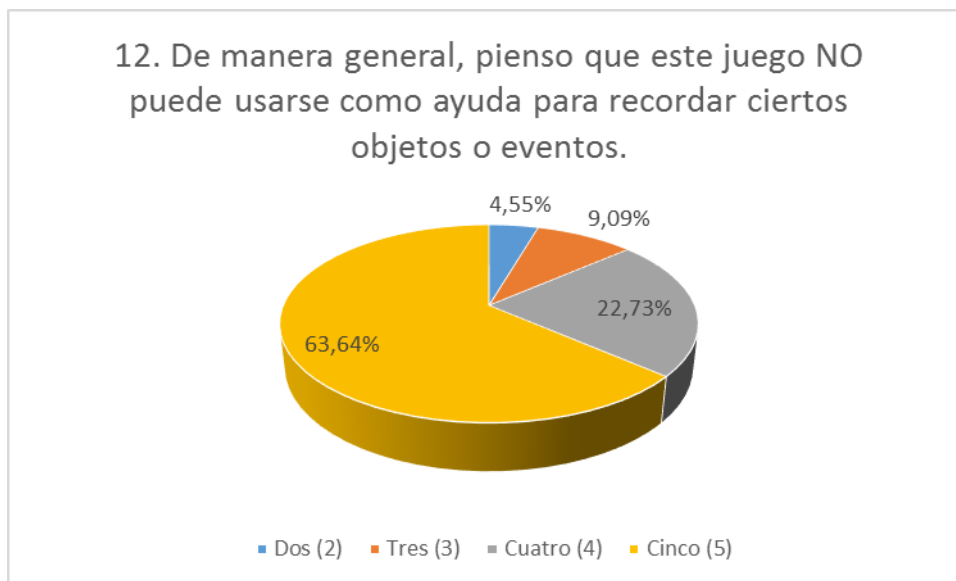


Grafico 6. 12: Resultados de la encuesta, pregunta 12. Fuente: Elaboración propia.

En el Grafico 6. 13 se muestran los porcentajes obtenidos de las respuestas de la pregunta 13, en el cual se observa que la mayoría de participantes están de acuerdo con esta afirmación.

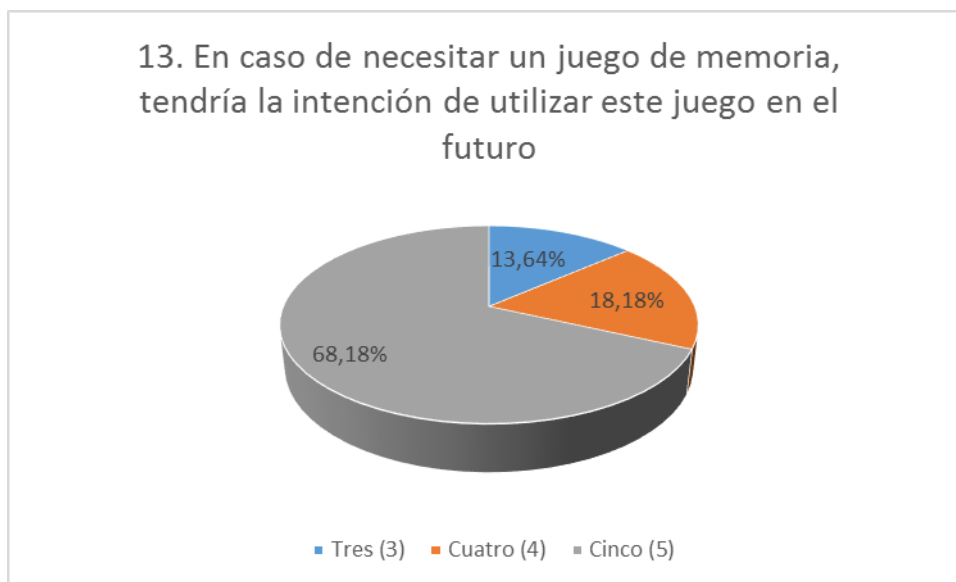


Grafico 6. 13: Resultados de la encuesta, pregunta 13. Fuente: Elaboración propia

En el Grafico 6. 14 se muestran los porcentajes obtenidos de las respuestas de la pregunta 14, en el cual se observa que la mayoría de participantes están en desacuerdo con esta afirmación.



Grafico 6. 14: Resultados de la encuesta, pregunta 14. Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6. 11 se hace un análisis de resultados, donde se indica las hipótesis planteadas, si estas han sido rechazadas y cuál es el resultado hallado, a partir de este cuadro, se ha creado un gráfico como conclusión de la aplicación de MEM (ver Figura 6. 5)

Hip	Rango	Significancia	Acción	Resultados
H1 ₀	--	--	Rechazada	El juego de memoria es fácil de usar
H2 ₀	--	--	Rechazada	El juego de memoria es útil
H3 ₀	--	--	Rechazada	Existe la intención de utilizar el juego de memoria en el futuro
H4 ₀	p>0.1	No significativo	Aceptada	PEOU no está determinada por la eficiencia
H5 ₀	p>0.1	No significativo	Aceptada	PU no está determinada por la efectividad
H6 ₀	p<0.01	Alta significancia	Rechazada	PU está determinada por PEOU
H7 ₀	p<0.001	Muy alta significancia	Rechazada	ITU está determinada por PEOU
H8 ₀	p<0.01	Alta significancia	Rechazada	ITU está determinada PU

Tabla 6. 11: Resumen de la evaluación. Fuente: Elaboración propia

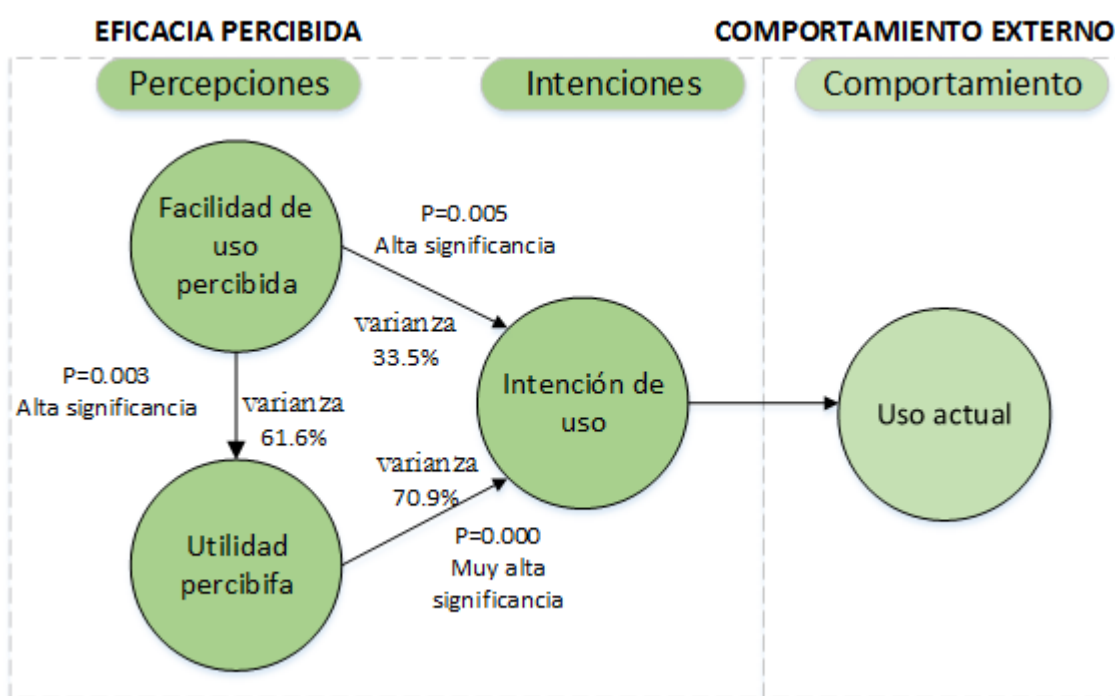


Figura 6. 5: Conclusiones de la aplicación de MEM. Fuente: Elaboración propia

6.5. Amenazas a la validez

Esta sección presenta los principales problemas que pueden poner en peligro la validez del experimento, se consideran cuatro tipos de amenazas propuestas por Cook y Campbell, (1979)



6.5.1. Validez de conclusión

Las amenazas que afectan a la validez de conclusión de refiere a la elección de métodos estadísticos y la elección del tamaño de muestra.

El tamaño y selección de la muestra está conformada por 22 participantes pertenecientes a centros de cuidado, que reúnen a adultos mayores con diferentes edades y que engloban a gran parte de adultos de la ciudad, esta cantidad puede reflejar un problema de validez de conclusión, sin embargo, los resultados son alentadores ya que los participantes lograron comprender el juego fácilmente. Pero, para trabajos futuros se ha planteado la inclusión de mayor cantidad de adultos mayores, con el fin de validez AMCIAAL con una muestra más grande.

6.5.2. Validez interna

La amenaza a la validez interna se vio influenciadas por la experiencia de los adultos mayores en el uso de dispositivos móviles.

De los adultos mayores que acuden a 2 centros de cuidado de la ciudad, han decido participar 22 de manera voluntaria, para lo cual firmaron actas de consentimiento informado, es decir que la muestra es de selección aleatoria, los mismos que fueron entrenados previamente, usando el juego por un tiempo ilimitado y realizando las partidas que el participante considero necesario.

6.5.3. Validez de constructo

La principal amenaza en la validez del constructor es de la confiabilidad del cuestionario. Para aumentar la confiabilidad se realizó una prueba de alfa de Cronbach de preguntas relacionadas a cada variable subjetiva. Siendo el umbral mínimo aceptado $\alpha = 0.70$, entonces, en PEOU $\alpha = 0.832$, en PU $\alpha = 0.918$ y en ITU $\alpha = 0.770$. Dando validez al estudio realidad aplicando MEM.

6.5.4. Validez externa

La validez externa hace referencia a los resultados generados en diferentes contextos. Y su principal amenaza es la complejidad del juego. Para reducir esta amenaza, se realizó un entrenamiento previo, permitiendo a los participantes jugar un tiempo considerable y repetir las partidas las veces que ellos creyeron necesario.



Capítulo 7. Conclusiones y trabajos futuros

7.1. Conclusiones

El presente trabajo de titulación posee algunos objetivos que han sido satisfechos en su totalidad, el objetivo principal que fue *“elaborar una metodología que permita la creación de interfaces inteligentes de software, en el ámbito de Ambient Assisted Living (AAL) para adultos mayores”*, para lograr esta meta se plantearon objetivos específicos, en los que se han presentado dificultades, sin embargo, se buscaron estrategias para minimizar las amenazas, los mismos que permitieron cumplir el objetivo general, dichos objetivos se mencionan a continuación.

El primero objetivo específico fue *“Realizar un mapeo sistemático del estado actual de las tecnologías envueltas en AAL”*, en la investigación se realizó un mapeo sistemático utilizando la metodología propuesta por Kitchenham. La dificultad encontrada en este objetivo fue la selección de artículos, lo que creo la necesidad de extender la cadena de búsqueda para obtener resultados más exactos. Además, se han planteado ciertos criterios de extracción de datos ya que permitieron obtener resultados mencionados a continuación:

- Los países que mayor aportación sobre el dominio AAL han sido España y Grecia, esto se obtuvo con la clasificación de artículos por país.
- El desarrollo de dispositivos se ha enfocado principalmente en sistemas embebidos, aplicados en el hogar con el fin de monitorear las actividades de los adultos mayores.
- Existen pocos estudios que proponen soluciones de dispositivos que puedan ser usados como parte de la vestimenta para monitorear el estado de los adultos mayores, es decir monitoreo del ritmo cardiaco, presión arterial, y temperatura corporal.
- Los adultos mayores que deseen beneficiarse de estas tecnologías tiene que cubrir altos precios pues resultan ser muy costosas.
- Se han enfocado a los adultos mayores la gran mayoría de estudios, pero además se puede decir que en estas tecnologías se pueden beneficiar grupos vulnerables.
- Algunos dispositivos están creados para generar un mensaje de alerta en situaciones de emergencia para centros de salud o para los familiares.



Universidad de Cuenca

- Cierta cantidad de estudios se centran en mejorar las condiciones de vida de los adultos mayores, especialmente para personas que sufren de alguna discapacidad.
- Las soluciones están enfocadas principalmente para el usuario final, luego para los cuidadores de la salud.

El segundo objetivo específico fue *“Realizar un mapeo sistemático del estado actual de las tecnologías desarrolladas con Interfaces de usuario inteligentes aplicados en el ámbito de AAL”*, en donde, la dificultad fue hallar trabajo relacionados con revisiones sistemáticas, luego de una amplia búsqueda se determinó que no existían trabajos similares. Luego, con la utilización de la metodología propuesta por Kitchenham se han considerado algunos criterios de extracción de datos, permitiendo sacar algunas conclusiones:

- El país que más contribuciones científicas sobre IUI es Estados Unidos. Lo que fue posible con la clasificación de estudios por país.
- La mayoría de estudios que proponen soluciones con interfaces inteligentes se enfocan en el desarrollo de aplicaciones móviles, orientados a brindar un servicio al usuario final.
- El medio de interacción más considerado a la hora de brindar una solución es en un ambiente gráfico.
- El modo de interacción más frecuente entre el usuario y el computador es visual, seguido por interacción auditiva.
- Existen pocos estudios orientados al cuidado de la salud, es decir que el 16% de los estudios se consideran como parte del dominio AAL.
- La gran mayoría de estudios se enfocan al usuario común, por lo que se considera que se deberían crear más soluciones tecnológicas con IUIs enfocadas a grupos vulnerables.
- Además, de esta investigación se estableció la falta de una metodología de diseño de interfaces enfocadas al dominio AAL.

Luego, el tercer objetivo se ve racionado con la investigación de *los principales riesgos y problemas a los que los que constantemente se exponen los adultos mayores, los mismos que pueden ser solventados con la aplicación de AAL*. En la definición de la metodología AMCIAAL se considera la utilización de una guía en la fase de análisis y captura de requerimientos denominada *problemas y riesgos del grupo AAL*, en el cual se mencionan factores de riesgos que frecuentemente aparecen en adultos mayores que con el paso del tiempo estos factores pueden dar paso a enfermedades crónicas.

El cuarto objetivo fue *“Aplicar el conocimiento adquirido para crear una metodología que permita considerar las necesidades de los adultos mayores en cuanto a interfaces inteligentes en aplicaciones de AAL”*, el cual ha sido alcanzado



en su totalidad. Luego de un análisis de los resultados obtenidos en la realización del estado del arte se procedió a la creación de la metodología denominada AMCIAAL, considerando procesos de la ingeniería de software. El cual está compuesto por cuatro fases:

- Fase de análisis y captura de requerimientos: que considera los problemas y riesgos del grupo AAL, con el fin de desplegar una solución en base a las necesidades del usuario, donde actúan los expertos en medicina, AAL y un experto que facilite la creación de interfaces inteligentes que es el experto en IA.
- Fase de diseño de IUIs donde se crean las interfaces mediante el cual el usuario interactúa con el sistema, dichas interfaces deben tomar en cuenta criterios de usabilidad en interfaces inteligentes y criterios de accesibilidad para adultos mayores.
- Fase de implementación donde se debe considerar alguna técnica de adaptabilidad para que las interfaces sean inteligentes, tarea que debe ser cumplida por el experto en IA.
- Fase de evaluación y pruebas se hace el proceso evaluativo con expertos y el usuario final.

El quinto objetivo fue “*Aplicar de la metodología para la creación de un caso de estudio que permita realizar pruebas con adultos mayores, para después analizar su factibilidad*”. Para cumplir con este objetivo se realizó un análisis de los adultos mayores que acuden a centros de cuidado de la ciudad de Cuenca, los que están conformados por personas autovalentes, es decir que tengan la capacidad de realizar tareas por sí solos. Por lo que surgió la necesidad de crear actividades lúdicas. Es así, que se procedió a desplegar una solución denominada *juego de memoria* que brinda beneficios como entretenimiento, diversión y sobretodo permite entrenar la memoria a corto plazo. En el proceso de realización existieron grandes desafíos como: el planteamiento de una solución adecuada, elegir una técnica de adaptabilidad y el uso del algoritmo. Los mismos fueron solventados con la ayuda de la investigación en las ventajas de la creación de actividades lúdicas para adultos mayores, análisis del campo de *machine learning* y algoritmos de *clustering* y finalmente con la aplicación de estos conocimientos en el desarrollo en Java mediante el uso de Android Studio.

Por último, para cumplir el objetivo “Validar el caso de uso mediante la aplicación de un modelo de evaluación de métodos (MEM).” se realizó el experimento con la selección aleatoria de 22 adultos mayores permitiéndoles jugar por un lapso determinado de tiempo, al finalizar la partida se les aplicó un test sobre la percepción del juego. Finalmente, se analizaron los datos extraídos del juego y del test del cual se puede mencionar algunos resultados obtenidos:



Universidad de Cuenca

- La mayoría de participantes consideraron al juego de memoria como fácil de usar, útil y considerado para uso futuro.
- Mediante una prueba de Shapiro Wilk, se considera que el juego puede ser usado en la práctica.
- La efectividad puede verse afectada ya que se observó que los adultos mayores resolvían fácilmente los niveles iniciales. Tras el aumento de la dificultad del juego, los adultos mayores tendían a olvidarse la posición de los elementos lo que ocasionaba la pérdida del nivel.
- La eficacia del juego de memoria se ve afectada por el nivel de conocimiento de los participantes en el uso de dispositivos inteligentes.
- Como retro alimentación se puede tomar en consideración las sugerencias hechas por los participantes ya que podrá mejorar significativamente la solución propuesta.

En conclusión, el resultado de este trabajo de titulación es que la metodología es aceptada teóricamente ya que varios campos contribuyen a la solución concreta: Inteligencia Artificial, dominio AAL, HCI y diseño de interfaces. Es importante tomar en consideración que el método propuesto tiene que ser utilizado en entornos reales y con la inclusión de más participantes.

7.2. Trabajo futuro

Como propuesta de trabajo futuro se podría crear alguna solución de hardware que sea controlado o que de alguna manera interactúe con software. Pues esta metodología se enfocó además del desarrollo de aplicaciones de software, también para ser usado para desarrollar aplicaciones de hardware-software integrados.

Como se pudo observar se ha validado la metodología mediante experimentación, lo que seguirá es la validación de la misma a través de la comparación con otros métodos o metodologías existentes.

Además, se propone la creación de soluciones tecnológicas enfocada a personas con discapacidad, con el fin de brindarles en sus actividades diarias, incluso se puede proponer algún método de aprendizaje para esta población.

7.3. Difusión de resultados

Se han presentado 2 artículos científicos, los cuales han sido aceptados en las siguientes conferencias:

- “A Systematic Literature Review on Devices and Systems for Ambient Assisted Living: Solutions and Trends from Different User Perspectives” (Cedillo, Sanchez, Bermeo, Campos, 2018) aprobado y presentado en la



Universidad de Cuenca

5th International Conference on eDemocracy & eGovernment – ICEDEG 2018, Ambato – Ecuador, el cual fue llevado a cabo los días 4 al 6 de abril de 2018. Ver (Apéndice A: 1. Revisión sistemática de AAL.

- “A Systematic Mapping Study for Intelligent User Interfaces - IUI” aprobado y presentado en la 2nd Internacional Conference on Information Systems and Computer Science – INCISCOS 2017, Quito – Ecuador, llevado a cabo los días 23-25 de noviembre del 2017. (Ver Apéndice A: 2. Mapeo sistemático de IUIs).



Referencias

- AAL, E. ACTIVE AND ASSISTED LIVING PROGRAMME (2016).
- Adamo, M. H. D., Baum, A., & Luna, D. Interacción ser humano-computadora : usabilidad y universalidad en la era de la información, 123–130 (2008).
- Al-Shaqi, R., Mourshed, M., & Rezgui, Y. Progress in ambient assisted systems for independent living by the elderly. *SpringerPlus*, 5, 624 (2016).
- Alpaydın, E. Introduction to machine learning. *Methods in Molecular Biology*, 1107, 105–128 (2014).
- Arroyo, M., & Finkel, L. REQUISITOS PARA UNA VIDA COTIDIANA ASISTIDA EN HOGARES CON ENFERMOS DE PARKINSON., 1–23 (2008).
- Bittencourt, I. I., Baranauskas, M. C., Pereira, R., Dermeval, D., Isotani, S., & Jaques, P. A systematic review on multi-device inclusive environments. *Universal Access in the Information Society*, 15(4), 737–772 (2016).
- Calvaresi, D., Cesarini, D., Sernani, P., Marinoni, M., Dragoni, A. F., & Sturm, A. Exploring the ambient assisted living domain: a systematic review. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 1–19 (2016).
- Carroll, J. M. The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed. (2012).
- Cedillo, P., Sanchez, C., & Bermeo, A. A Systematic Literature Review on Devices and Systems for Ambient Assisted Living : Solutions and Trends from Different User Perspectives. *Icedeg* (2018).
- Cook, T. D., & Campell, D. T. Quasi-experimenation design and analysis issues for field settings. *USA: Houghton Mifflin Company* (1979).
- da Silva-Gama, Z. A., & Gómez-Conesa, A. Factores de riesgo de caídas en ancianos : revisión sistemática Risk factors for falls in the elderly : *Rev Saúde Pública*, 42(5), 946–956 (2008).
- Davis, K., Owusu, E., Hu, J., Marcenaro, L., Regazzoni, C., & Feijs, L. Promoting Social Connectedness through Human Activity-Based Ambient Displays. *Proceedings of the International Symposium on Interactive Technology and Ageing Populations*, 64–76 (2016).
- Deen, M. J. Information and communications technologies for elderly ubiquitous healthcare in a smart home. *Personal and Ubiquitous Computing*, 19(3), 573–599 (2015).
- Delisle, S., & Moulin, B. User interfaces and help systems: From helplessness to



- intelligent assistance. *Artificial Intelligence Review*, 18(2), 117–157 (2002).
- Duran, A., & Bernárdez, B. Metodología para la Elicitación de Requisitos de Sistemas Software (2000).
- Ehlert, P. Intelligent User Interfaces: Introduction and survey(Draft ver.). *Technology*, (February) (2003).
- Elbayoudi, A., Lotfi, A., Langensiepen, C., & Appiah, K. Modelling and simulation of activities of daily living representing an older adult's behaviour. *Proceedings of the 8th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments - PETRA '15*, 1–8 (2015).
- ENEA. Ambient Assisted Living (AAL) (n.d.).
- Estrella, Á. El Juego en las Personas Mayores: Una Vía de Desarrollo Personal. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 37–56 (2014).
- EUNED (Ed.). *Introducción Al Análisis de Sistemas Y la Ingeniería de Software* (n.d.).
- Frantzidis, C. A., & Bamidis, P. D. Description and future trends of ICT solutions offered towards independent living: the case of LLM project. *Proceedings of the 2nd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, 1–8 (2009).
- Garcia, N. M. *Ambient Assited Living* (2015).
- Glonek, G., & Pietruszka, M. Natural User Interfaces. *Journal of Applied Computer Science*, 20(2), 27–45 (2012).
- Gómez, A. Inteligencia Artifical (2011).
- Gonzáles, A. Machine Learning (2014).
- Guerrero-R, N., & Yépez-Ch, M. C. Factores asociados a la vulnerabilidad del adulto mayor con alteraciones de salud. *Universidad Y Salud*, 17(1), 121–131 (2015).
- Hachey, G., & Gasevic, D. Semantic web user interfaces: A systematic mapping study and review. URL [Http://www. Semantic-Web-Journal. Net/sites/default ...](http://www.Semantic-Web-Journal.Net/sites/default...), 1–46 (2012).
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. *Metodología de Investigación 5ta Edición* (2006).
- ISO. ISO 25000 calidad del producto de software (n.d.).
- Jaschinski, C. Ambient assisted living: towards a model of technology adoption and use among elderly users. *Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing Adjunct Publication* -



- UbiComp '14 Adjunct*, 319–324 (2014).
- Jørgensen, A. H., & Myers, B. A. User interface history. *Proceeding of the Twenty-Sixth Annual CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems - CHI '08*, (January 2008), 2415 (2008).
- Kitchenham, B. Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, 33(TR/SE-0401), 28 (2004).
- Kitchenham, B., & Charters, S. *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering* (2007).
- Kötteritzsch, A., & Weyers, B. Assistive Technologies for Older Adults in Urban Areas: A Literature Review. *Cognitive Computation*, 8(2), 299–317 (2016).
- López-Jaquero, V., Montero, F., Molina, J. P., & González, P. Interfaces de Usuario Inteligentes : Pasado , Presente y Futuro. *VII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador, Interacción 2006* (2006).
- Lora, D., Sánchez-Ruiz, A. A., & González-Calero, P. A. Difficulty Adjustment in Tetris with Time Series. *Proceedings of the 3rd Congreso de La Sociedad Española Para Las Ciencias Del Videojuego, Barcelona, Spain, June 29, 2016.*, 1682, 89–100 (2016).
- Lorés, J., & Granollers, T. *La ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad aplicada al diseño y desarrollo de sitios web* (2009).
- Mascheroni, M., & Greiner, C. Calidad de software e ingeniería de usabilidad. *XIV Workshop de ...*, (1), 656–659 (2012).
- Maybury, M. Intelligent user interfaces: an introduction. ... *International Conference on Intelligent User Interfaces*, 3–4 (1998).
- MIES. Ministerio De Inclusión Económica Y Social Subsecretaría De Atención Intergeneracional Dirección De Población Adulta Mayor, 32 (2013).
- Missura, O., & Gärtner, T. Player modeling for intelligent difficulty adjustment. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 5808 LNAI, 197–211 (2009).
- Moody, D. L. A Practical Method for Representing Large Entity Relationship Models (2001).
- Moody, D. L. The Method Evaluation Model : A Theoretical Model for Validating Information Systems Design Methods. *Information Systems Journal*, 1327–1336 (2003).
- Myers, B. A Brief History of Human Computer Interaction Technology. *Carnegie Mellon University*, (December), 16 (1996).



- Panagiotou, C., Panagiotakopoulos, T., & Kameas, A. A Multi: Modal Decision Making System for an Ambient Assisted Living Environment. *Proceedings of the 8th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, 44:1--44:8 (2015).
- Paprotny, I., & Sudula, V. E. WI-PATCH: Stick-on Wireless Sensor Platform for Continuous Monitoring of Human Physiology. *Proceedings of the 7th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, 9:1--9:3 (2014).
- Ponsa, P., Díaz, M., Manresa-yea, C., & Amante, B. Diseño Ergonómico de Interfaz Gráfica y Uso de Interfaz de Manos Libres en Simulación de Tareas Domóticas. *IX Congreso Internacional Interacción*, (1), 1–10 (2008).
- Pressman, R. S. *Ingeniería del software: un enfoque práctico* (2010).
- Pressman, R. S., & Ph, D. *Ingeniería del software* (n.d.).
- Queir??s, A., Silva, A., Alvarelh??o, J., Rocha, N. P., & Teixeira, A. Usability, accessibility and ambient-assisted living: a systematic literature review. *Universal Access in the Information Society*, 14(1), 57–66 (2015).
- Rodríguez, J. R. *Gestión de proyectos informáticos: métodos, herramientas y casos*. (E. UOC, Ed.) (2005).
- Ruiz, F. Guía de Uso de SPEM 2 con EPF Composer, (January 2015) (2008).
- Sanchez, C., Cedillo, P., & Bermeo, A. A Systematic Mapping Study for Intelligent User Interfaces - IUI. *Inciscos* (2017).
- Sánchez, W. La usabilidad en Ingeniería de Software : definición y características. *Ing-Novación. Reporte de Investigación*, (2), 7–21 (2011).
- Sastoque, S., Narváez, C., & Garnica, G. Metodología para la construcción de Interfaces Gráficas Centradas en el Usuario, 314–324 (2016).
- Sedesol. Diagnóstico sobre la situación de vulnerabilidad de la población de 70 años y más, 1–27 (2010).
- Sommerville, I. *Ingeniería del Software* (2004).
- Steinke, F., Fritsch, T., Brem, D., & Fritsch, T. Requirement of AAL systems – Older persons ' trust in sensors and characteristics of AAL technologies. *Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, 6 (2012).
- Sun, M., Burke, L. E., Mao, Z.-H., Chen, Y., Chen, H.-C., Bai, Y., ... Jia, W. eButton: A Wearable Computer for Health Monitoring and Personal Assistance. *Proceedings / Design Automation Conference. Design Automation Conference, 2014*, 1–6 (2014).
- Tragos, E. Z., Foti, M., Surligas, M., Lambropoulos, G., Pournaras, S., Papadakis,



Universidad de Cuenca

S., & Angelakis, V. An IoT based intelligent building management system for ambient assisted living. *2015 IEEE International Conference on Communication Workshop (ICCW)*, 246–252 (2015).

Vergados, D. D. Service personalization for assistive living in a mobile ambient healthcare-networked environment. *Personal and Ubiquitous Computing*, 14(6), 575–590 (2010).

Villarreal, V., Hervás, R., & Bravo, J. A Systematic Review for Mobile Monitoring Solutions in M-Health. *Journal of Medical Systems*, 40(9), 1–12 (2016).



1. Apéndice A: Artículos aceptados en conferencias

A Systematic Literature Review on Devices and Systems for Ambient Assisted Living: Solutions and Trends from Different User Perspectives

Priscila Cedillo
Department of Computer
Sciences
Universidad de Cuenca
Cuenca - Ecuador
priscila.cedillo@ucuenca.edu.ec

Cristina Sanchez
Faculty of Engineering
Universidad de Cuenca
Cuenca – Ecuador
cristina.sanchezz@ucuenca.ec

Karina Campos
Electronical, Electronics and
Telecommunications
Department
Universidad de Cuenca
Cuenca – Ecuador
karina.campos@ucuenca.edu.ec

Alexandra Bermeo
Faculty of Engineering
Universidad de Cuenca
Cuenca – Ecuador
alexandra.bermeo@ucuenca.edu.ec

Abstract— The aim of Ambient Assisted Living (AAL) is to help people (e.g., elderly, children) to have an independent and monitored life with the use and assistance of technology. For this population, specific technologies have been developed; many of those technologies (i.e., hardware, software) use sensors and embedded systems. Although there are many studies that address AAL approaches, no systematic literature reviews have been presented that cover hardware and software working together and take into account specific disabilities. Therefore, in this paper a systematic literature review of primary studies related to AAL is presented, which is focused on establishing software and hardware relations working together in order to solve or support specific disabilities. In this study, 3297 articles were extracted, from them only 48 were selected after applying the corresponding inclusion and exclusion criteria.

Keywords— Information and communication technology, Ambient assisted living, Systematic literature review

I. INTRODUCTION

Ambient Assisted Living (AAL) is a relatively new trend related to embedded intelligent objects in a transparent technological environment to support people (mostly elderly) into having an independent and monitored life [1]. Moreover, AAL provides new products, services, and processes for people in recovery [2], [3]. On the other hand, AAL comprises a heterogeneous field of technologies, products and services ranging from quite simple devices, fall or bed sensors and complex interactive systems [4].

Within AAL, many concepts are advocated; one of the most important is the idea of Ambient Intelligence (AmI), which deals with new paradigms related to ubiquity that allows intelligent and natural interactions between the human being and the physical environment [5]. Moreover, a lot of AAL literature has relied in interesting secondary studies about systems and services involved with these technologies [5], usability and accessibility issues [6], [7], trust in automation and assisted systems in AAL [6], [8], characteristics, limitations and research directions of AAL [8]. However, of what is known, there are not been stated secondary studies about software and devices related to AAL and their interaction with specific medical criteria and disabilities. Moreover, it is necessary to know, how AAL software and hardware work together, in order to improve the users' quality of life, and the

way in which, those solutions involve relatives or health care personnel. Therefore, in this paper, a systematic literature review is presented, which addresses AAL solutions related to specific user disabilities; also, it analyzes hardware and software solutions from the user, healthcare personnel and relatives' perspective. Therefore, it allows the establishment of the main characteristics that need to be included in such solutions. In order to carry out this research, the Kitchenham [9] methodology has been applied. To perform this systematic literature review, 3297 papers were initially reviewed, and only 48 were selected for use on the planning and execution of it. The selected papers were filtered using inclusion and exclusion criteria, as well as a quality assessment of the researched works. Which technologies (i.e., software and hardware) are the most used in AAL?

- Which are the most relevant needs and criteria in order to select the appropriate AAL solution referred to hardware and software?
- Which are the areas or vulnerable groups in which AAL is mostly focused?
- How is addressed the research in AAL studies?

Finally, this paper is structured as follows: Section 2 presents the related work, here it has been explained the existence of secondary studies related to AAL. Next, in Section 3, the systematic literature review is presented, its protocol, execution and results; and finally, Section 4 presents the conclusions and further work.

II. RELATED WORK

Queirós et al. [10] focus their study according to the following criteria: (i) architectures and frameworks, (ii) physical devices, (iii) context awareness: technologies and methodologies to model the situation of a person, (iv) user interaction, (v) privacy and security, (vi) systems: AAL systems with a well-defined aim, and (vi) conceptual articles: innovative concepts about AAL. In addition, the review also is focused on the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF), and the selected criteria is linked to the ICF classification; however, these authors do not emphasize on the software and hardware solutions working together, and the most suitable technologies, which depend on the disabilities of the people. On the other hand, the study

Apéndice A: 1. Revisión sistemática de AAL.



A Systematic Mapping Study for Intelligent User Interfaces

Cristina Sanchez
Systems Engineering, Faculty of Engineering
Universidad de Cuenca
Cuenca, Ecuador
cristina.sanchezz@ucuenca.ec

Priscila Cedillo
Department of Computer Sciences
Universidad de Cuenca
Cuenca, Ecuador
priscila.cedillo@ucuenca.edu.ec

Abstract— Intelligent User Interfaces facilitate human-machine interaction, through which the user makes use of a system in general in a more efficient way. These interfaces are helpful for different user segments, specifically for people with disabilities, seniors, among others; these interfaces correspond to a type of intelligent systems that have the ability to adapt itself to users with different health problems, through characteristics of behavior that distinguishes each user from others. In this paper, a systematic mapping of the Intelligent User Interfaces is presented, which allow developers to determine which applications are adopting those interfaces with emphasis on Ambient Assisted Living technologies. The Kitchenham's methodology has been applied in order to perform this secondary study, after the execution of the review, a total of 43 primary studies were selected and classified, thus allowing us to obtain the results presented in this contribution.

Keywords—*Adaptive User Interface; Ambient Assisted Living; Intelligent User Interface; Systematic Mapping.*

I. INTRODUCTION (HEADING 1)

Currently, Information and Communication Technologies (ICT) have evolved thanks to the large number of devices; this due to their improvements and forms of interaction with the human being. From there, an evolution in the technological interfaces has been found, that goes from simple forms of communication through command line, to sophisticated forms of interaction that use Human Computer Interaction (HCI) [1]. On the other hand, there are other similar terms such as adaptive interfaces, multimodal interfaces or intelligent interface technology [2], where, the term "smart" implies additional benefits to users such as adaptation, text sensitivity and task attendance [1]. Hence, IUIs are interfaces with adaptive, communication and problem-solving capabilities for the user in an intelligent manner [2].

Primary studies have been performed corresponding to IUI, however, from what we know, little or nothing has been collected regarding those subjects in secondary studies. In relation to secondary studies, there are systematic reviews and mapping studies; they differ from each other in the concept that systematic reviews are a means to identify, evaluate and interpret research with a question of particular interest [3]; while a systematic mapping better known as scoping, is a comprehensive review of primary studies in a specific area, where its main purpose is to identify the available evidence on the subject [4]. Therefore, this work is a systematic mapping

whose objectives are: (i) Summarize existing evidence, (ii) identify gaps in current research to suggest areas for research, and (iii) provide a framework for appropriate positioning of new research activities, and even to generate new hypotheses [3]. In the IUI area, a systematic mapping is necessary in order to acknowledge the current state of research in this field, as well as the technologies developed so far, applying a search strategy that allows a comprehensive and repeatable evaluation of these issues [3].

Ambient Assisted Living is a new term for information and communication technologies (ICT) that promotes healthy and active aging in and out of the home, its main feature is its ease of use and flexibility [5]. It should be taken into account that users are not equal and these differences may exist when considering the design requirements of a system, which must be able to provide users with greater ease of use and above all, it should be easy to learn. From these, arises the need to design interfaces that are capable of adapting to the preferences of the user [6]. Nowadays, the fraction sector of elderly population is on the rise, and the younger age group declines, which creates the need to develop tools that support the elderly in their daily lives, especially if it is considered that the majority of elderly adults have problems in visual perception [7].

Overall, in this work, the following objectives are pursued: i) approach the technologies developed in IUIs, and ii) know how research is focusing on this topic.

The present work is organized as follows: Section 2 presents the related work that allows to determine the secondary studies that have been elaborated in this area of study or in similar areas; Section 3 shows the research protocol following the selected methodology; Section 4 shows the execution and results of the systematic mapping and, finally, Section 5 describes the conclusions and future work.

II. RELATED WORK

There are several secondary studies that emphasize the importance and necessity of having appropriate user interfaces for a given domain. In this section, it has been analyzed secondary studies which address different concerns related to IUI field.

In [8] authors present a systematic mapping of semantic web user interfaces, this research is based on methods for the evaluation of semantic web user interfaces and their

Apéndice A: 2. Mapeo sistemático de IUIs



2. Apéndice B: Plantillas y documentos generados en la construcción del juego de memoria

OBJ-01	<i>Generar actividad de entrenamiento de la memoria a corto plazo</i>
Versión	01
Descripción	<i>El juego de memoria debe permitir que el usuario trate de recordar la posición de un objeto.</i>
Subobjetivos	<i>Despertar el interés por el juego</i>
Importancia	<i>Alta</i>
Urgencia	<i>1 (1 más alto y 5 más bajo)</i>
Estado	<i>Validado (Construcción, pendiente de negociación, pendiente de validación y validado)</i>
Estabilidad	<i>1 (1 más alto y 5 más bajo)</i>
Comentarios	

OBJ-02	<i>Crear una interfaz amigable y fácil de aprender</i>
Versión	01
Descripción	<i>El juego de memoria debe permitir al usuario jugar desplazarse por el juego fácilmente. Considerar tamaño del texto y uso de voz.</i>
Subobjetivos	<i>Minimizar tareas del usuario Crear un algoritmo de aprendizaje automático.</i>
Importancia	<i>Alta</i>
Urgencia	<i>1 (1 más alto y 5 más bajo)</i>
Estado	<i>Validado (Construcción, pendiente de negociación, pendiente de validación y validado)</i>
Estabilidad	<i>1 (1 más alto y 5 más bajo)</i>
Comentarios	<i>El diseñador de interfaces debe considerar el tamaño adecuado del texto y voz.</i>

OBJ-03	<i>Minimizar tareas del usuario</i>
Versión	01
Descripción	<i>El juego de memoria debe ser fácil por lo que es importante reducir las tareas que el usuario debe hacer para</i>
Subobjetivos	<i>Despertar el interés por el juego Crear un algoritmo de aprendizaje automático.</i>
Importancia	<i>Alta</i>
Urgencia	<i>1 (1 más alto y 5 más bajo)</i>
Estado	<i>Validado (Construcción, pendiente de negociación, pendiente de validación y validado)</i>
Estabilidad	<i>1 (1 más alto y 5 más bajo)</i>
Comentarios	



OBJ-04	<i>Aplicar técnicas adaptativas para la interfaz de usuario</i>
Versión	<i>01</i>
Descripción	<i>El juego de memoria debe poseer la capacidad de adaptación mediante un algoritmo ya sea propuesto por otros autores y creado por el experto en IA.</i>
Subobjetivos	
Importancia	<i>Alta</i>
Urgencia	<i>1 (1 más alto y 5 más bajo)</i>
Estado	<i>Validado (Construcción, pendiente de negociación, pendiente de validación y validado)</i>
Estabilidad	<i>1 (1 más alto y 5 más bajo)</i>
Comentarios	<i>El experto en IA debe proporcionar el uso y creación de un algoritmo de aprendizaje.</i>

Apéndice B: 1. Objetivos del juego de memoria

Código	Descripción
RF-01	Mostrar resultados de la partida
RF-02	Guardar información del usuario (Adulto mayor)
RF-03	Mostrar resultados de partidas anteriores
RF-04	Iniciar el juego de memoria.
RF-05	Se debe poder salir del juego en cualquier momento.
RF-06	El juego debe cambiar de nivel una vez que se haya ganado o perdido el nivel.
RF-07	Si el usuario pierde en el nivel 1 se debe repetir el mismo hasta que pase el nivel y tener la puntuación en 0.
RF-08	Permitir la interacción del usuario con el juego de memoria.
RF-09	En el juego de memoria, cada nivel debe tener puntaje.

Apéndice B: 2. Requerimientos funcionales del juego de memoria

Código	Descripción
RNF-01	El juego de memoria debe ser compatible con dispositivos
RNF-02	El juego de memoria deben ajustarse a diferentes resoluciones de pantalla
RNF-03	El juego de memoria debe contener textos legibles
RNF-04	El juego de memoria debe tener audio
RNF-05	El juego de memoria debe tener la capacidad de identificar errores
RNF-06	El juego de memoria debe tener una interfaz sencilla e intuitiva
RNF-07	El juego de memoria se debe programar en Java
RNF-08	El juego de memoria debe tener el idioma español
RNF-09	El juego de memoria debe tener características de usabilidad enfocado al adulto mayor.



Especificación de requerimientos del juego de memoria para adultos mayores

1. Introducción

La especificación de requerimientos del juego de memoria tiene el objetivo de almacenar la información necesaria para la creación del juego, la cual servirá como guía para los programadores y diseñadores de interfaces. Este documento posee los objetivos, los requerimientos funcionales y no funcionales para el desarrollo y codificación del juego.

1.1. Propósito

Plasmar claramente las necesidades del usuario final en cuanto al uso de un juego de memoria, este documento será utilizado en cada fase de la metodología AMCIAAL.

Este documento está dirigido a todo el equipo de proyecto, es decir a los implicados dentro las fases de la metodología.

1.2. Alcance

Crear un juego de memoria que permita a los adultos mayores entrenar la memoria a corto plazo aplicando técnicas de interfaces de usuario inteligentes.

1.3. Objetivos

- *Generar actividad de entrenamiento de la memoria a corto plazo*
- *Crear una interfaz amigable y fácil de aprender*
- *Minimizar tareas del usuario*
- *Crear un algoritmo de aprendizaje automático*
- *Aplicar técnicas adaptativas para la interfaz de usuario*

1.4. Marco Teórico

Las actividades lúdicas permiten a los adultos mayores crear un espacio de desarrollo integral. Es decir, espacios de desarrollo de la creatividad, espíritu artístico, diversión, etc. (Estrella, 2014). Estas actividades son realizadas en centros de cuidado de la localidad, siendo parte de la rutina diaria, estas actividades son físicas. Dado la falta de accesibilidad económica y tecnológica por parte de estos centros se ha planteado realizar desarrollo de aplicaciones con el fin de proponer actividades cognitivas aplicadas a nivel de software.

Por otro lado, se sabe que el ser humano es capaz de aprender en todo momento de su vida para enfrentar las situaciones que se presentan diariamente. Integrando nuevos conocimientos sin importar la edad. Los adultos mayores crean la necesidad de aprender por motivación propia, frente a una situación dada para resolver problemas, etc. (Puig, 2012). De donde surge la estimulación cognitiva que permite



mantener o aumentar el rendimiento del cerebro, específicamente para los adultos mayores se Puig (2012) menciona que con la edad se debilitan algunos sentidos por lo que es necesario el ejercicio continuo.

Es por esta razón que se considera necesario la creación de una aplicación denominada juego de memoria con el propósito de aplicar juegos con actividades cognitivas a estas personas que en su gran mayoría no han tenido cercanía con dispositivos móviles, para lo cual es necesario una capacitación previa a la aplicación.

1.5. Referencias

Estrella, Á. El Juego en las Personas Mayores: Una Vía de Desarrollo Personal. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 37–56 (2014).

Puig, X. Calidad de vida en la vejez. *Coleccion Adulto MAyor*, 26 (2012).

2. Descripción general

2.1. Características del usuario

El juego de memoria está dirigido a personas de la tercera edad es decir para adultos mayores, que viven en la ciudad de Cuenca y que acuden a centros de cuidado, personas autovalentes que no dependen de otras personas para realizar sus actividades cotidianas, personas que poseen un bajo porcentaje de discapacidad dado por el paso de los años.

2.2. Características del producto o sistema

El juego de memoria consiste inicialmente en recolectar datos del jugador, luego recolectar datos del juego, es decir se presenta una pantalla para ingresar datos y otra pantalla donde se desplegara el juego de memoria que contiene la información como nivel en el que se encuentra, puntuación, nombre y las baldosas que deberá seleccionar para pasar al siguiente nivel. El juego consiste básicamente en mostrar por un lapso de tiempo un objeto, tiempo en el cual el jugador deberá memorizar la posición de los objetos, posteriormente se debe permitir al usuario seleccionar las baldosas en las que se presentó el objeto. Si el jugador se equivoca, el juego penaliza retrocediendo un nivel. La partida consiste en jugar 30 veces sin importar si gana o pierde.

3. Requerimientos específicos

3.1. Requerimientos funcionales

Se han recopilado 9 requisitos sin embargo se ha procedido a llenar las plantillas de requisitos funcionales a los requerimientos principales para el desarrollo del juego de memoria

Código	Descripción
RF-01	Mostrar resultados de la partida



RF-02	Guardar información del usuario (Adulto mayor)
RF-03	Mostrar resultados de partidas anteriores
RF-04	Iniciar el juego de memoria.
RF-05	Se debe poder salir del juego en cualquier momento.
RF-06	El juego debe cambiar de nivel una vez que se haya ganado o perdido el nivel.
RF-07	Si el usuario pierde en el nivel 1 se debe repetir el mismo hasta que pase el nivel y tener la puntuación en 0.
RF-08	Permitir la interacción del usuario con el juego de memoria.
RF-09	En el juego de memoria, cada nivel debe tener puntaje.

Detalle de los requisitos funcionales

RF-01	Mostrar resultados de la partida	
Versión	1.0	
Autores	Implicados de la fase de captura y análisis de requerimientos	
Fuentes	Experto en IA	
Objetivos asociados	Aplicar técnicas adaptativas para la interfaz de usuario	
Requisitos asociados	RF-03: Mostrar resultados de partidas anteriores	
Descripción	El juego de memoria deberá mostrar los resultados de la partida a jugador como: Tiempo, puntaje final y el número de niveles ganados.	
Precondición	Ingresar previamente los datos del jugador	
Secuencia normal	Paso	Acción
	P1	El jugador ingresa los datos, el juego valida los datos.
	P2	El jugador juega 30 turno, el sistema recoge los datos de cada turno.
Postcondición		
Estado	Validado	
Comentarios		

RF-02	Guardar información del usuario (Adulto mayor)
Versión	1.0
Autores	Implicados de la fase de captura y análisis de requerimientos
Fuentes	Experto del dominio AAL
Objetivos asociados	Generar actividad de entrenamiento de la memoria a corto plazo
Requisitos asociados	
Descripción	Para que el usuario pueda jugar se debe ingresar los datos
Precondición	
Estado	Validado

RF-04	Iniciar el juego de memoria.
Versión	1.0
Autores	Implicados de la fase de captura y análisis de requerimientos



Objetivos asociados	<i>Generar actividad de entrenamiento de la memoria a corto plazo</i>	
Requisitos asociados	<i>RF-03: Mostrar resultados de partidas anteriores</i>	
Descripción	<i>El jugador deberá permitir jugar al usuario las veces que desee</i>	
Precondición	<i>El jugador deberá ser mayor a 65 años</i>	
Secuencia normal	Paso	Acción
	P1	El jugador ingresa los datos, el juego valida los datos.
	P2	El jugador inicia el juego
Postcondición	<i>Almacenar datos de la partida</i>	
Estado	<i>Validado</i>	
Comentarios		

3.2. Requerimientos no funcionales

Se han recopilado 10 requisitos no funcionales, sin embargo se ha procedido a llenar las plantillas de requisitos no funcionales a los requerimientos principales para el desarrollo del juego de memoria

Código	Descripción
RNF-01	El juego de memoria debe ser compatible con dispositivos
RNF-02	El juego de memoria deben ajustarse a diferentes resoluciones de pantalla
RNF-03	El juego de memoria debe contener textos legibles
RNF-04	El juego de memoria debe tener la capacidad de identificar errores
RNF-05	El juego de memoria debe tener una interfaz sencilla e intuitiva
RNF-06	El juego de memoria se debe programar en Java
RNF-07	El juego de memoria debe tener el idioma español
RNF-08	El juego de memoria debe tener características de usabilidad enfocado al adulto mayor.
RNF-09	El juego de memoria debe tener características de accesibilidad enfocado al adulto mayor.
RNF-10	El juego de memoria debe tener audio

Detalle de los requerimientos no funcionales

RNF-01	El juego de memoria debe ser compatible con dispositivos
Versión	<i>1.0</i>
Fuentes	<i>Jefe de proyecto</i>
Descripción	<i>El juego debe poderse usar en muchos dispositivos móviles, con versiones distintas de sistemas operativos.</i>
Importancia	<i>5 < 1 no muy importante y 5 muy importante ></i>
Estado	<i>Validado</i>

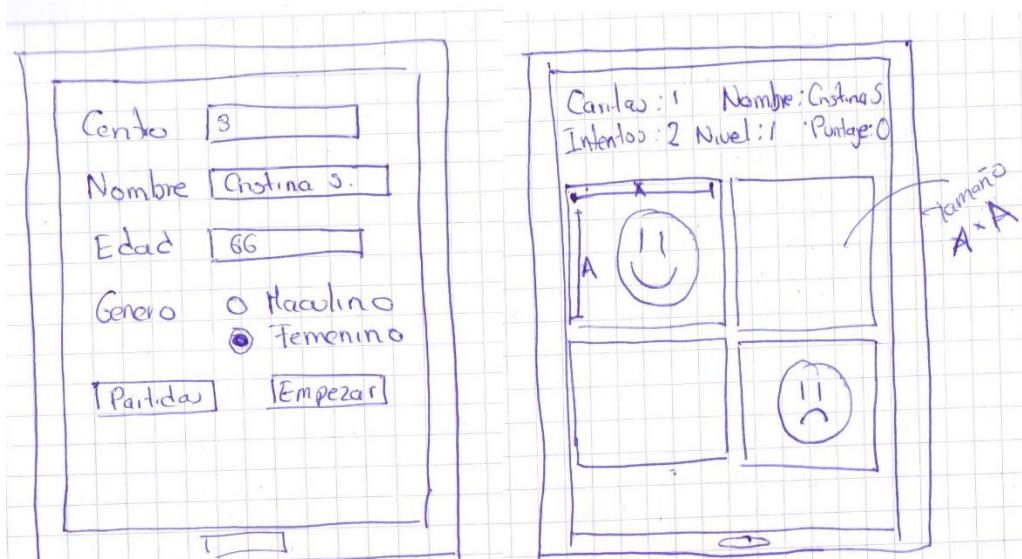


RNF-02	El juego de memoria deben ajustarse a diferentes resoluciones de pantalla
Versión	1.0
Fuentes	Experto del dominio AAL
Descripción	El juego debe adaptarse a las distintas resoluciones de pantalla de los dispositivos móviles.
Importancia	4 <1 no muy importante y 5 muy importante >
Estado	Validado

RNF-03	El juego de memoria debe contener textos legibles
Versión	1.0
Fuentes	Experto del dominio AAL
Descripción	El tamaño del texto debe ser grande, considerando que en los adultos mayores existe baja visibilidad, problema que se da con el paso de los años en cada persona.
Importancia	5 <1 no muy importante y 5 muy importante >
Estado	Validado

RNF-04	El juego de memoria debe tener la capacidad de identificar errores
Versión	1.0
Fuentes	Experto del dominio AAL
Descripción	El juego debe ser capaz de detectar errores por parte del usuario, un principio de usabilidad. Se puede solucionar a través de validación de entrada de datos.
Importancia	4 <1 no muy importante y 5 muy importante >
Estado	Validado

Apéndice B: 4: Documento de especificación de requisitos



Apéndice B: 5. Prototipo



Universidad de Cuenca

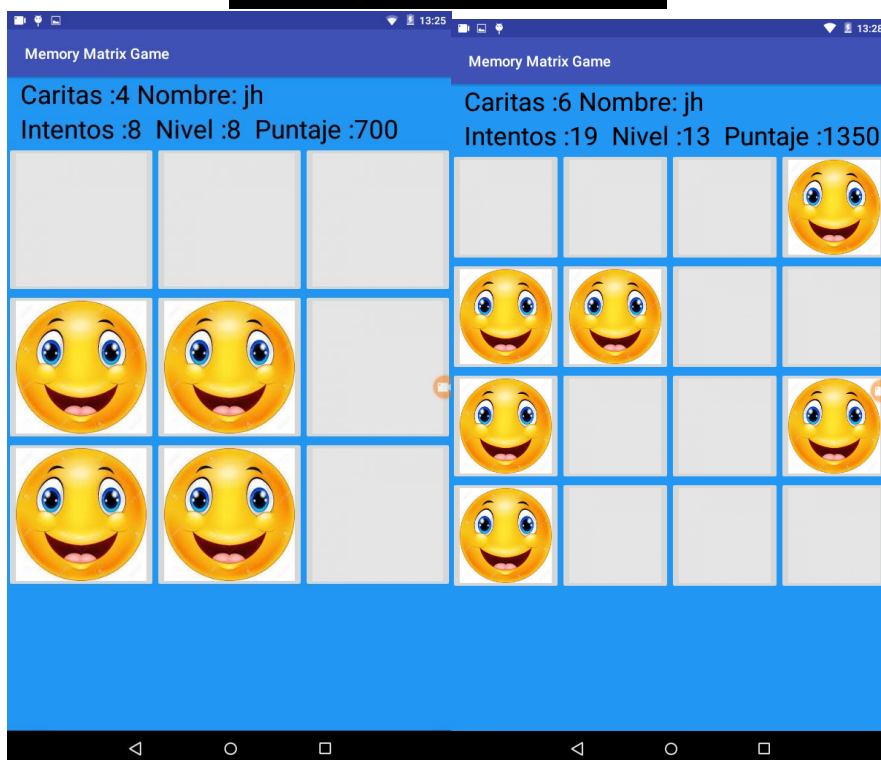
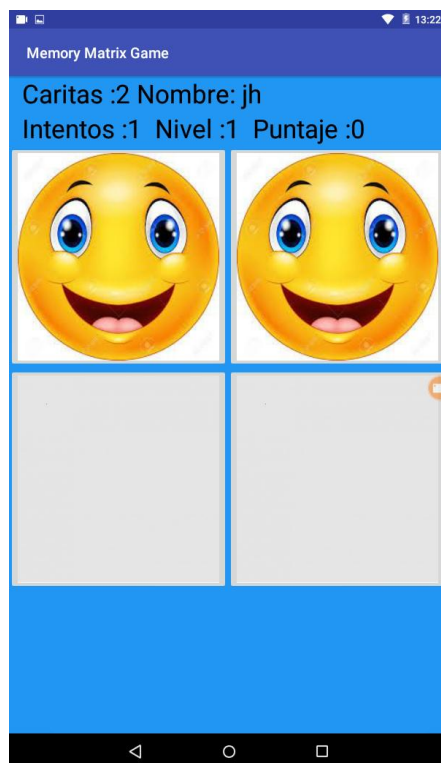
3. Apéndice C: Interfaz gráfica del juego de memoria



Apéndice C: 1. Pantalla principal

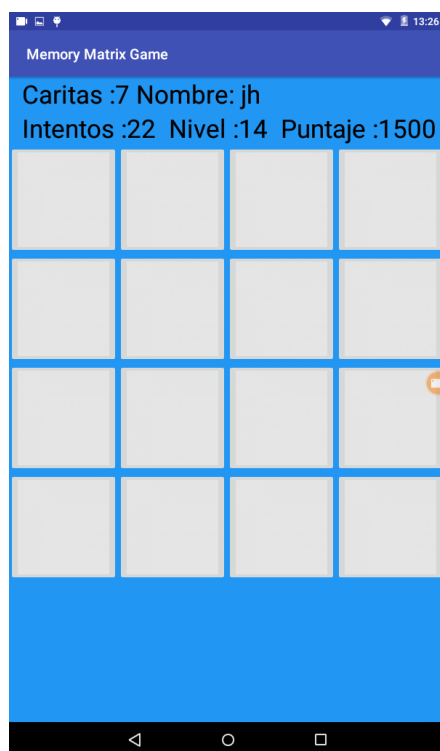


Universidad de Cuenca





Universidad de Cuenca



Apéndice C: 2. Pantallas del juego de memoria



4. Apéndice D: Código fuente del juego de memoria

```
public void inicio(int tam){
    contador=0;
    contadorCaritasTristes=0;
    contadorCeldas=0;
    bandera=0;
    TextView c2 = new TextView( context: this);
    TextView c3 = new TextView( context: this);
    TextView c4 = new TextView( context: this);
    TextView c5 = new TextView( context: this);
    TextView c6 = new TextView( context: this);

    final TableLayout tabla=new TableLayout( context: this);
    contadorCeldas=tam*tam;
    cartas=crearCeldas( cont: tam*tam);
    Collections.shuffle(Arrays.asList(cartas));
    TextView uno = new TextView( context: this);
    uno.setText("Baldosas: " + contadorCeldas); uno.setTextSize(20);

    for(int y=0; y<tam; y++){
        final TableRow fila = new TableRow( context: this);
        for(int x=0; x<tam;x++){
            fila.addView(cartas[(y*tam)+x].boton);
        }
        tabla.addView(fila);
    }
    int felices = contadorCeldas-contadorCaritasTristes;
```

Apéndice D: 1. Método que coloca los elementos en pantalla

```
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    //final TableLayout datos = new TableLayout(this);
    //datos.setH
    //setContentView(R.layout.activity_main);
    Nombre=getIntent().getStringExtra( name: "Nombre");
    fecha=new Date();
    Edad=getIntent().getStringExtra( name: "Edad");
    Genero=getIntent().getStringExtra( name: "Genero");
    Centro=getIntent().getStringExtra( name: "Centro");
    ayudaBD=new AyudaBD(getApplicationContext());
    mp1 = MediaPlayer.create( context: this, R.raw.perdio);
    mp2 = MediaPlayer.create( context: this, R.raw.gano);
    mensajeInicial();
    //tam es el numero de piezas
}
```

Apéndice D: 2. Método onCreate



```

public void siguienteNivel(){
    AlertDialog.Builder builder = new AlertDialog.Builder( context: Main2Activity.this);
    builder.setIcon(R.mipmap.ic_launcher).setTitle(Html.fromHtml( source: "<FONT COLOR='red'> <h1>Juego de memoria</h1></FONT>")).setMe
        .setPositiveButton( text: "Continuar", (dialogInterface, i) → {
            inicio(tam);
        });
    AlertDialog alertDialog = builder.create();
    alertDialog.show();
}

public void nivelAnterior(){
    AlertDialog.Builder builder = new AlertDialog.Builder( context: Main2Activity.this);
    builder.setIcon(R.mipmap.ic_launcher).setTitle(Html.fromHtml( source: "<FONT COLOR='red'> <h1>Juego de memoria</h1></FONT>")).setMe
        .setPositiveButton( text: "Volver a intentar", (dialogInterface, i) → {
            inicio(tam);
        });
    AlertDialog alertDialog = builder.create();
    alertDialog.show();
}

```

Apéndice D: 3. Mensajes de aviso al usuario

```

public void pintar(final Carta celda){
    if(turno==31){
        Date fechaFin = new Date();
        long diferencia = fechaFin.getTime()-fechaInicio.getTime();
        long difSegundos=diferencia/1000%60;
        long difMinutos=diferencia/(60*1000)%60;
        String transcurso=difMinutos+"."+difSegundos;
        AlertDialog.Builder builder = new AlertDialog.Builder( context: Main2Activity.this);
        SQLiteDatabase db=ayudaBD.getWritableDatabase();
        ContentValues valores=new ContentValues();
        int aux=nivel-1;
        String fechass=fecha.toString();
        valores.put(AyudaBD.DatosTabla.COLUMNNA_CENTRO, Centro);
        valores.put(AyudaBD.DatosTabla.COLUMNNA_NOMBRE, Nombre);
        valores.put(AyudaBD.DatosTabla.COLUMNNA_EDAD, Edad);
        valores.put(AyudaBD.DatosTabla.COLUMNNA_GENERO, Genero);
        valores.put(AyudaBD.DatosTabla.COLUMNNA_TIEMPO_JUEGO, transcurso);
        valores.put(AyudaBD.DatosTabla.COLUMNNA_PUNTAJE, puntaje);
        valores.put(AyudaBD.DatosTabla.COLUMNNA_MAXIMO_NIVEL, aux);
        valores.put(AyudaBD.DatosTabla.COLUMNNA_GANADOS, nivelGanado);
        valores.put(AyudaBD.DatosTabla.COLUMNNA_FECHA, fechass);
        Long dd=db.insert(AyudaBD.DatosTabla.NOMBRE_TABLA, AyudaBD.DatosTabla.COLUMNNA_ID, valores);
        builder.setIcon(R.mipmap.ic_launcher).setTitle(Html.fromHtml( source: "<h1>Memory Matrix </h1>")).setMes
            .setNegativeButton( text: "OK", (dialogInterface, i) → {
                Toast.makeText( context: Main2Activity.this, text: "Memory Matrix", Toast.LENGTH_LONG).show
            });
        AlertDialog alertDialog = builder.create();
        alertDialog.show();
    }else {
        if (celda.minado()) {
            nivelPerdido++;
            contador = 0;

            if(puntaje<=0){
                puntaje=0;
            }else{

```

Apéndice D: 4. Método principal



```
private class Carta implements View.OnClickListener{
    private final ImageButton boton;
    private final int imagen;
    private boolean mina;
    private boolean caraVisible=false;
    Carta(final int imagen){
        this.imagen=imagen;
        this.boton=new ImageButton( context: Main2Activity.this);
        if(nivel==1){
            x=300; y=300;
        }
        if(nivel==4){
            x=200; y=200;
        }
        if(nivel==13){
            x=150; y=150;
        }
        this.boton.setLayoutParams(new TableRow.LayoutParams(x,y));
        this.boton.setScaleType(ImageView.ScaleType.FIT_XY);
        this.boton.setImageResource(R.drawable.linea);
        this.boton.setOnClickListener(this);
        if(bandera<baldosas){
            double random=Math.random();
            if(random>0.5){
                mina=true;
            }else {
                mina=false;
                bandera++;
            }
        }else{
            mina=true;
        }
        OnCartaDescubierta( celda: this);
    }
    public boolean minado() { return mina; }

    void setCaraVisible(final boolean caraVisible){
```

Apéndice D: 5. Clase carta



```

public class AyudaBD extends SQLiteOpenHelper{
    public static class DatosTabla implements BaseColumns{
        public static final String NOMBRE_TABLA= "jugada";
        public static final String COLUMNA_ID= "id";
        public static final String COLUMNA_CENTRO= "nombre";
        public static final String COLUMNA_NOMBRE= "centro";
        public static final String COLUMNA_EDAD= "edad";
        public static final String COLUMNA_GENERO= "genero";
        public static final String COLUMNA_TIEMPO_JUEGO= "tiempo_juego";
        public static final String COLUMNA_PUNTAJE= "puntaje";
        public static final String COLUMNA_MAXIMO_NIVEL= "maximo_nivel";
        public static final String COLUMNA_GANADOS = "gandados";
        public static final String COLUMNA_FECHA = "fecha";
        private static final String TEXT_TYPE=" TEXT";
        private static final String COMMA_SEP=",";
        private static final String CREAR_TABLA=
            "CREATE TABLE "+DatosTabla.NOMBRE_TABLA+" (" +
            DatosTabla.COLUMNA_ID+" INTEGER PRIMARY KEY AUTOINCREMENT,"+
            DatosTabla.COLUMNA_CENTRO+TEXT_TYPE+COMMA_SEP+
            DatosTabla.COLUMNA_NOMBRE+TEXT_TYPE+COMMA_SEP+
            DatosTabla.COLUMNA_EDAD+TEXT_TYPE+COMMA_SEP+
            DatosTabla.COLUMNA_GENERO+TEXT_TYPE+COMMA_SEP+
            DatosTabla.COLUMNA_TIEMPO_JUEGO+TEXT_TYPE+COMMA_SEP+
            DatosTabla.COLUMNA_PUNTAJE+TEXT_TYPE+COMMA_SEP+
            DatosTabla.COLUMNA_MAXIMO_NIVEL+TEXT_TYPE+COMMA_SEP+
            DatosTabla.COLUMNA_GANADOS+TEXT_TYPE+COMMA_SEP+
            DatosTabla.COLUMNA_FECHA+TEXT_TYPE+
            ")";
        private static final String SQL_DELETE_ENTRIES="DROP TABLE IF EXISTS " + DatosTabla.NOMBRE_TABLA;
    }
    public static final int DATABASE_VERSION=1;
    public static final String DATABASE_NAME = "baseDos.db";
    public AyudaBD(Context context) { super(context, DATABASE_NAME, factory: null, DATABASE_VERSION); }
    @Override
    public void onCreate(SQLiteDatabase db) { db.execSQL(DatosTabla.CREAR_TABLA); }
    @Override
    public void onUpgrade(SQLiteDatabase db, int oldVersion, int newVersion) {
        db.execSQL(DatosTabla.SQL_DELETE_ENTRIES);
        onCreate(db);
    }
}

```

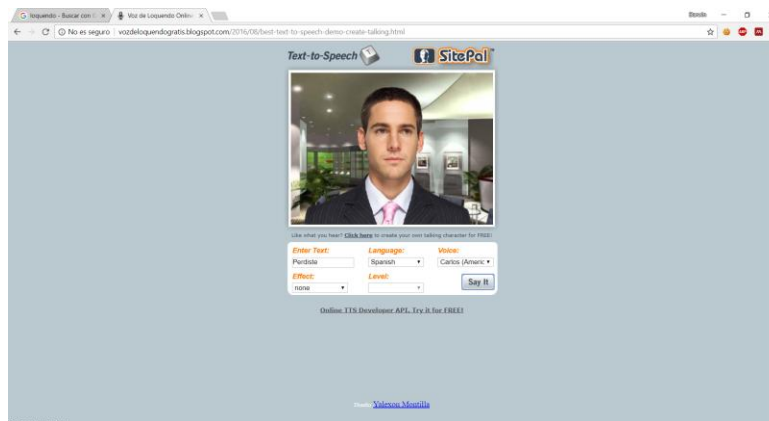
Apéndice D: 6. Código fuente para almacenar información en la BD.

```

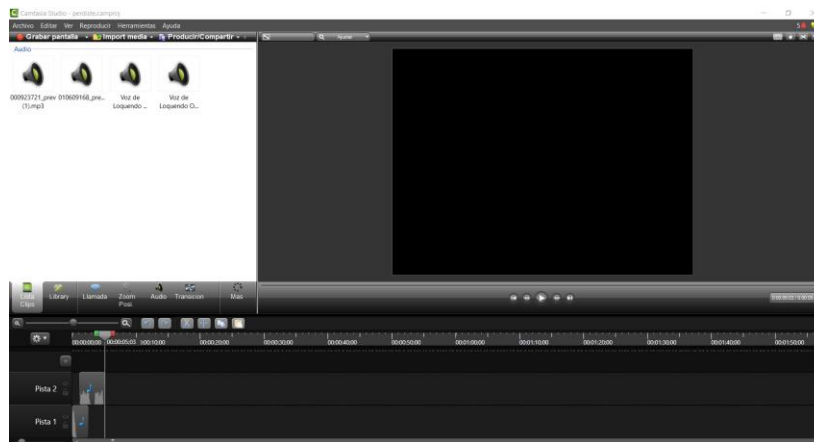
public void OnCartaDescubierta(final Carta celda){
    if(celda.minado()) {
        contadorCaritasTristes++;
    }else{
        handler.postDelayed(new Runnable() {
            @Override
            public void run() {
                celda.setCaraVisible(false);
            }
        }, tiempo);
        celda.boton.setImageResource(R.drawable.feliz);
    }
}
}

```

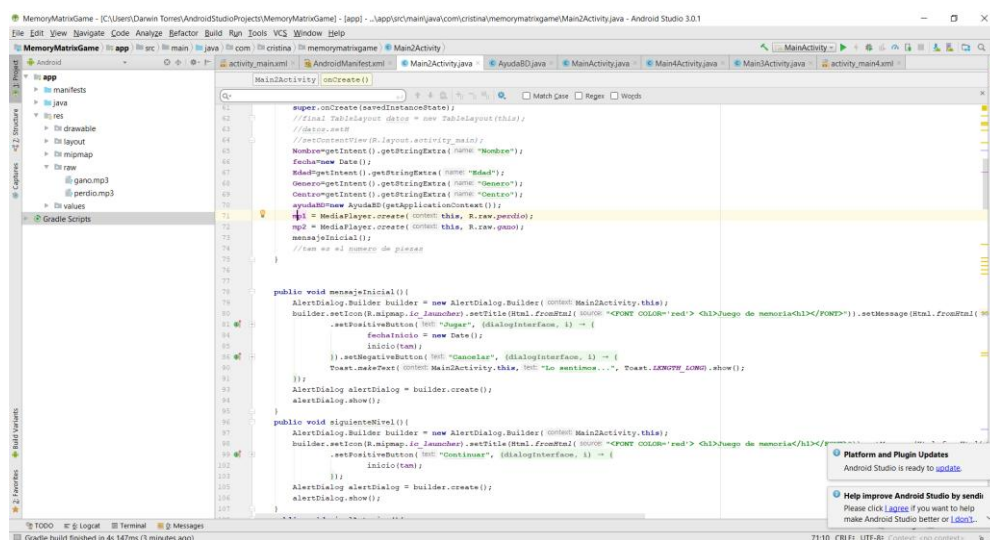
Apéndice D: 7. Método que muestra la cara por un lapso de tiempo determinado



Apéndice D: 8: Creación del audio para el juego de memoria



Apéndice D: 9: Edición del audio para el juego de memoria



Apéndice D: 10: Adaptación del audio en el juego de memoria



Universidad de Cuenca

5. Apéndice E: Capacitación a los adultos mayores





Universidad de Cuenca



Apéndice E: 1. Capacitación a los adultos mayores



6. Apéndice F: Evaluación del juego de memoria

Encuesta sobre el juego de memoria

Para cada una de las preguntas marque el círculo que se encuentra lo más cerca posible de su opinión.

LEA POR FAVOR CADA PREGUNTA CUIDADOSAMENTE ANTES DE DAR SU RESPUESTA

1. El juego de memoria me ha parecido complejo y difícil de seguir

	1	2	3	4	5	
Totalmente en Acuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Totalmente en Desacuerdo

2. Creo que este juego de memoria reduciría el tiempo y el esfuerzo requerido para recordar elementos de la vida real

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo

3. De manera general, el juego de memoria es difícil de entender *

	1	2	3	4	5	
Totalmente de acuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Totalmente en desacuerdo

4. Los pasos para resolver el juego de memoria son claros y fáciles de entender

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo

5. De manera general, considero que el juego de memoria es útil *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo



6. El juego de memoria es difícil de aprender *

	1	2	3	4	5	
Totalmente de acuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Totalmente en desacuerdo

7. Creo que el juego de memoria es útil para mejorar la capacidad de la memoria de corto plazo. *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo

8. Si tuviera que utilizar un juego de memoria en el futuro, creo que tendría en cuenta este juego *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo

9. Creo que el juego de memoria NO es lo suficientemente expresivo para definir cómo se resuelve *

	1	2	3	4	5	
Totalmente de acuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Totalmente en desacuerdo

10. El juego de memoria mejoraría mi rendimiento en recordar objetos o eventos fácilmente *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo

11. Pienso que sería fácil dominar este juego *

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo



Universidad de Cuenca

12. De manera general, pienso que este juego NO puede usarse como ayuda para recordar ciertos objetos o eventos.

	1	2	3	4	5	
Totalmente de acuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Totalmente en desacuerdo

13. En caso de necesitar un juego de memoria, tendría la intención de utilizar este juego en el futuro

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo

14. No recomendaría el uso de este juego de memoria *

	1	2	3	4	5	
Totalmente de acuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Totalmente en desacuerdo

15. ¿Tiene alguna sugerencia de cómo hacer que este juego de memoria sea más fácil de usar?

Texto de respuesta larga

16. ¿Cuáles son las razones por las que tiene o no la intención de usar este juego de memoria en un futuro?

Texto de respuesta larga

Introduzca por favor su nombre

Texto de respuesta corta

Apéndice F: 1. Encuesta sobre el juego de memoria



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Usted ha sido invitado a participar en el estudio titulado “Metodología para la creación de Interfaces Inteligentes aplicadas a Ambient Assisted Living (AAL)”, dirigido por la Ing. Priscila Cedillo, Phd e investigadores de la Universidad de Cuenca.

El objetivo de este estudio es incrementar la capacidad de la memoria a corto plazo en el adulto mayor, lo que implica recordar la posición de los objetos, los mismos que estarán visibles por un tiempo determinado. Luego se tendrá que seleccionar los elementos para pasar al siguiente nivel. El juego consiste en jugar 30 turnos sin importar si gana o pierde. El puntaje se suma 100 si pasa el nivel y se resta 50 si pierde el nivel. Al final usted podrá saber el tiempo que se demoró en jugar los 30 turnos, la puntuación, niveles ganados y el nivel máximo.

La participación en esta actividad es voluntaria y no involucra ningún daño o peligro para su salud física o mental. Usted puede negarse a participar en cualquier momento del estudio sin que deba dar razones para ello, ni recibir ningún tipo de sanción.

Los datos obtenidos serán de carácter confidencial, se guardará el anonimato, estos datos serán organizados con un número asignado a cada participante, la identidad de los adultos mayores, estará disponible sólo para el personal que realiza el estudio y se mantendrá de forma completamente confidencial. Los datos estarán a cargo del equipo de investigación de este estudio para el posterior desarrollo de informes y publicaciones dentro de revistas científicas.

Cabe destacar que no existe ningún riesgo al participar de este estudio. De participar de todo el estudio los beneficios directos que recibirá usted son los resultados de las evaluaciones y la posibilidad de ayudar a desarrollar programas de intervención más eficaces que permita mejorar el estilo de vida en el adulto mayor.

Las informaciones recolectadas no serán usadas para ningún otro propósito, además de los señalados anteriormente, sin su autorización previa y por escrito.

Cualquier pregunta que Usted desee hacer durante el proceso de investigación podrá contactar a la **Ing. Priscila Cedillo**, Docente de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cuenca, Teléfono: 074051000 Ext. 2359, correo electrónico: priscila.cedillo@ucuenca.edu.ec.



Universidad de Cuenca

He leído el documento, entiendo las declaraciones contenidas en él y la necesidad de hacer constar mi consentimiento, para lo cual lo firmo libre y voluntariamente, recibiendo en el acto copia de este documento ya firmado.

Yo, Luis Carlos Torres,
cédula de identidad 0102105988..., de nacionalidad Ecuatoriana..., consiento en participar en la investigación denominada: Metodología para la creación de Interfaces Inteligentes aplicadas a Ambient Assisted Living (AAL).

• He sido informado de los objetivos de la investigación.

• Corresponde a la sección en donde se firma el Consentimiento.

• Incluye información clara y precisa de la investigación, relativa al propósito del estudio, modalidad de participación, riesgos y beneficios, voluntariedad, derecho a conocer los resultados, derecho a retirarse del estudio en cualquier momento, voluntariedad, derecho a conocer los resultados y confidencialidad.

Luis Carlos Torres Medina

Nombre y Apellido

[Firma]

Firma

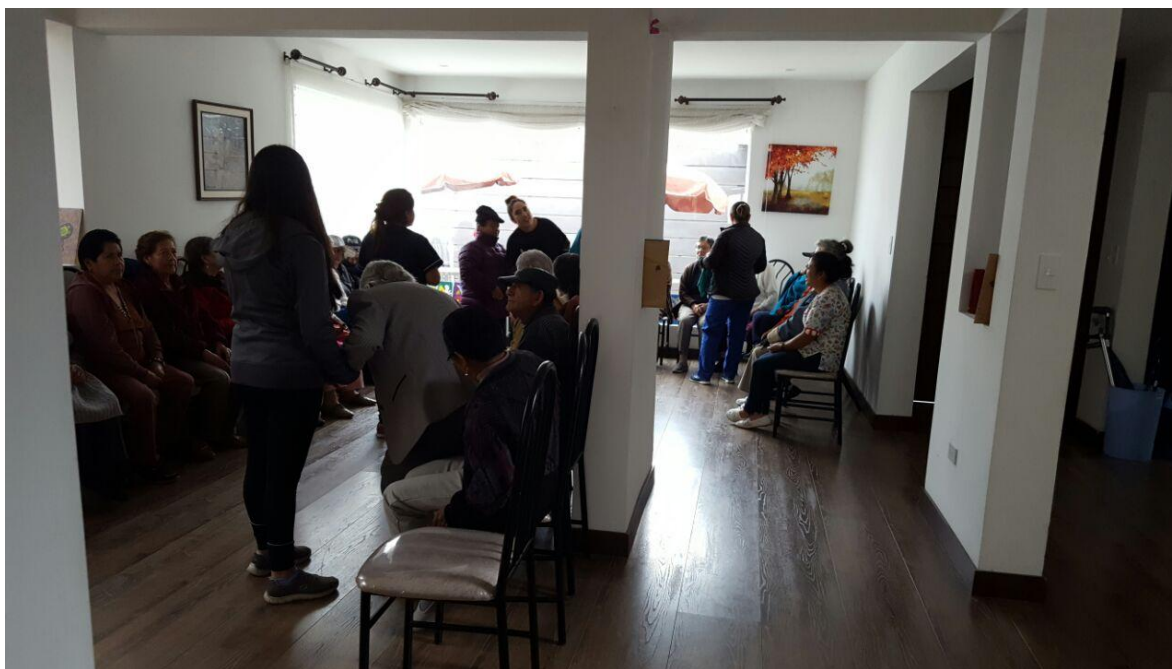
22 - febrero - 2018

Fecha

Apéndice F: 2. Consentimiento informado



Universidad de Cuenca





Universidad de Cuenca



Apéndice F: 3: Grupo de adultos mayores participantes



7. Apéndice G: Resultados de la evaluación del juego de memoria

ID	1 PEOR - 5 MEJOR					Ā	1 PEOR - 5 MEJOR						Ā	1 PEOR - 5 MEJOR			Ā	EFECTIVIDAD	EFICIENCIA
	P1	P3	P4	P6	P11	PEOU	P2	P5	P7	P9	P10	P12	PU	P8	P13	P14	ITU		
1	3	3	3	3	3	3	5	4	3	5	5	5	4,5	5	5	4	4,667	0,567	4,28
2	4	4	4	4	3	3,8	5	4	5	5	4	5	4,667	5	4	5	4,667	0,633	5,41
3	3	3	4	5	3	3,6	5	5	5	5	5	3	4,667	5	5	5	5	0,6	3,24
4	5	4	4	5	4	4,4	5	4	5	5	5	5	4,833	5	5	5	5	0,7	5,1
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,567	5,14
6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,7	4,14
7	5	5	4	5	5	4,8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,733	5,58
8	4	5	5	5	5	4,8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,767	4,43
9	5	5	5	5	4	4,8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,567	6,38
10	5	5	5	5	3	4,6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,667	3,39
11	5	5	5	5	4	4,8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,5	5,23
12	4	5	5	5	2	4,2	5	5	4	4	5	4	4,5	4	3	3	3,333	0,5	6,1
13	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3,167	3	3	4	3,333	0,667	5,46
14	5	4	3	5	4	4,2	4	4	5	5	5	5	4,667	5	5	5	5	0,7	4,56
15	4	3	3	3	2	3	3	3	3	4	4	2	3,167	2	5	5	4	0,7	5,23
16	4	4	3	3	3	3,4	3	1	4	3	4	4	3,167	3	4	4	3,667	0,7	3,51



Universidad de Cuenca

17	2	5	5	5	2	3,8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,733	3,13	
18	4	5	5	4	2	4	4	3	3	4	4	4	3,667	4	4	1	3	0,7	5,1
19	4	4	4	4	5	4,2	4	5	4	4	4	4	4,167	2	4	4	3,333	0,7	2,51
20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2,667	0,7	5,51
21	5	5	4	5	4	4,6	4	5	4	5	5	5	4,667	5	5	5	5	0,6	4,26
22	4	5	5	5	4	4,6	4	5	5	5	4	5	4,667	4	5	5	4,667	0,733	4,46
	Media					4,12	Media					4,43	Media				4,42	0,66	4,64

Apéndice G: 1. Resultados de la encuesta



Anexo A: Plantilla de la fase captura y análisis de requerimientos

OBJ-<id>	<i><nombre descriptivo></i> (Identificador y nombre descriptivo: cada objetivo debe identificarse por un código único y un nombre descriptivo.)
Versión	<i><n° de la versión actual> (<fecha de la versión actual>)</i> (Para poder gestionar distintas versiones, este campo contiene el número y la fecha de la versión actual del objetivo)
Autores	<ul style="list-style-type: none"><i><autor de la versión actual> (<organización del autor>)</i>... (contienen el nombre y la organización de los autores (normalmente desarrolladores))
Fuentes	<ul style="list-style-type: none"><i><fuente de la versión actual> (<organización de la fuente>)</i>... (Las fuentes (clientes o usuarios), de la versión actual del objetivo, de forma que la rastreabilidad pueda llegar hasta las personas que propusieron la necesidad del requisito)
Descripción	<i>EL sistema deberá <objetivo a cumplir por el sistema></i> (completar con la descripción del objetivo)
Subobjetivos	<ul style="list-style-type: none"><i>OBJ-x<nombre del subobjetivo></i>... (subobjetivos que dependen del objetivo que se está describiendo. En sistemas complejos puede ser necesario establecer una jerarquía de objetivos previa a la identificación de los requisitos. En caso de que esto no sea necesario, puede ignorarse este campo)
Importancia	<i><importancia del objetivo></i> (Importancia del cumplimiento del objetivo para los clientes y usuarios. Se puede asignar un valor numérico o alguna expresión enumerada)
Urgencia	<i><urgencia del objetivo></i> (Urgencia del cumplimiento del objetivo para los clientes y usuarios en el supuesto caso de un desarrollo incremental. Como en el caso anterior, se puede asignar un valor numérico o una expresión enumerada)
Estado	<i><estado del objetivo></i> (Estado del objetivo desde el punto de vista de su desarrollo. El objetivo puede estar en <u>construcción</u> si se está elaborando, <u>pendiente de negociación</u> si tiene algún conflicto asociado pendiente de solución, <u>pendiente de validación</u> si no tiene ningún conflicto pendiente y está a la espera de validación o, por último, puede estar <u>validado</u> si ha sido validado por clientes y usuarios.)
Estabilidad	<i><estabilidad del objetivo></i> (Estimación de la probabilidad de que pueda sufrir cambios en el futuro. Esta estabilidad puede indicarse mediante un valor numérico o mediante una expresión enumerada como alta, media o baja)



Comentarios	<p><comentarios adicionales sobre el objetivo> (información sobre el objetivo que no encaje en los campos anteriores puede recogerse en este apartado)</p>
--------------------	---

Anexo A: 1. Plantilla de objetivos.

RF-<id>	<p><nombre descriptivo> (Identificador y nombre descriptivo: cada requisito funcional debe identificarse por un código único y un nombre descriptivo.)</p>	
Versión	<p><nº de la versión actual> (<fecha de la versión actual>) (Para poder gestionar distintas versiones, este campo contiene el número y la fecha de la versión actual)</p>	
Autores	<ul style="list-style-type: none"> • <autor de la versión actual> (<organización del autor>) • ... <p>(contienen el nombre y la organización de los autores (normalmente desarrolladores))</p>	
Fuentes	<ul style="list-style-type: none"> • <fuente de la versión actual> (<organización de la fuente>) • ... <p>(Las fuentes (clientes o usuarios), de forma que la rastreabilidad pueda llegar hasta las personas que propusieron la necesidad del requisito funcional)</p>	
Objetivos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • OBJ-x <nombre del objetivo> • ... <p>(Listado de los objetivos a los que está asociado el requisito. Esto permite conocer qué requisitos harán que el sistema a desarrollar alcance los objetivos propuestos y justifican de esta forma la existencia o propósito del requisito.)</p>	
Requisitos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • Rx-y <nombre del requisito> • ... <p>(Listado de los requisitos a los que está asociado el requisito funcional)</p>	
Descripción	<p>El sistema deberá comportarse tal como se describe en el caso de uso {durante la realización de los casos de uso <lista de los casos de uso>, cuando <evento de activación>}</p> <p>(Debe completarse de forma distinta en función de que el caso de uso sea abstracto o concreto.</p> <p>Si es abstracto, deben indicarse los casos de uso en los que se debe realizar, es decir, aquellos desde los que es incluido o a los que extiende.</p> <p>Si, por el contrario, se trata de un caso de uso concreto, se debe indicar el evento de activación que provoca su realización.)</p>	
Precondición	<p><precondición del caso de uso> (Se expresan en lenguaje natural las condiciones necesarias para que se pueda realizar el caso de uso)</p>	
Secuencia normal	Paso	Acción
	P1	{El actor <actor>, El sistema} <acción/es realizada/s por el actor/sistema>
	P2	Se realiza el caso de uso <caso de uso (RF-x)>



	<table><tr><td>P3</td><td>Si <condición>, {el actor <actor>, el sistema} <acción/es realizada/s por el actor/sistema></td></tr><tr><td>P4</td><td>Si <condición>, se realiza el caso de uso <caso de uso (RF-x)></td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></table>	P3	Si <condición>, {el actor <actor>, el sistema} <acción/es realizada/s por el actor/sistema>	P4	Si <condición>, se realiza el caso de uso <caso de uso (RF-x)>			
P3	Si <condición>, {el actor <actor>, el sistema} <acción/es realizada/s por el actor/sistema>									
P4	Si <condición>, se realiza el caso de uso <caso de uso (RF-x)>									
...	...									
Postcondición	<postcondición del caso de uso> (Condiciones que se deben cumplir después de la terminación normal del caso de uso.)									
Excepciones	<table><tr><td>Paso</td><td>Acción</td></tr><tr><td>Pi</td><td>Si <condición de excepción>, {el actor <actor>, el sistema} <acción/es realizada/s por el actor/sistema>, a continuación este caso de uso {continua, termina}</td></tr><tr><td>Pj</td><td>Si <condición de excepción>, se realiza el caso de uso <caso de uso (RF-x)>, a continuación este caso de uso {continua, termina}</td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></table>	Paso	Acción	Pi	Si <condición de excepción>, {el actor <actor>, el sistema} <acción/es realizada/s por el actor/sistema>, a continuación este caso de uso {continua, termina}	Pj	Si <condición de excepción>, se realiza el caso de uso <caso de uso (RF-x)>, a continuación este caso de uso {continua, termina}	
Paso	Acción									
Pi	Si <condición de excepción>, {el actor <actor>, el sistema} <acción/es realizada/s por el actor/sistema>, a continuación este caso de uso {continua, termina}									
Pj	Si <condición de excepción>, se realiza el caso de uso <caso de uso (RF-x)>, a continuación este caso de uso {continua, termina}									
...	...									
Rendimiento	<table><tr><td>Paso</td><td>Cota de tiempo</td></tr><tr><td>Q</td><td>M<unidad de tiempo></td></tr><tr><td>...</td><td>...</td></tr></table> (especificarse el tiempo máximo para cada paso en el que el sistema realice un acción)	Paso	Cota de tiempo	Q	M<unidad de tiempo>			
Paso	Cota de tiempo									
Q	M<unidad de tiempo>									
...	...									
Frecuencia esperada	<nº de veces> veces/<unidad de tiempo> (Indicar la frecuencia esperada de realización del caso de uso, que aunque no es realmente un requisito, es una información necesaria para los desarrolladores.)									
Importancia	<importancia del requisito> (Importancia del cumplimiento del requisito funcional para los clientes y usuarios. Se puede asignar un valor numérico o alguna expresión enumerada)									
Urgencia	<urgencia del requisito> (Urgencia del cumplimiento del requisito funcional para los clientes y usuarios en el supuesto caso de un desarrollo incremental. Como en el caso anterior, se puede asignar un valor numérico o una expresión enumerada)									
Estado	<estado del requisito> (Estado del requisito funcional desde el punto de vista de su desarrollo. El requisito puede estar en <u>construcción</u> si se está elaborando, <u>pendiente de negociación</u> si tiene algún conflicto asociado pendiente de solución, <u>pendiente de validación</u> si no tiene ningún conflicto pendiente y está a la espera de validación o, por último, puede estar <u>validado</u> si ha sido validado por clientes y usuarios.)									
Estabilidad	<estabilidad del requisito> (Estimación de la probabilidad de que pueda sufrir cambios en el futuro. Esta estabilidad puede indicarse mediante un valor numérico o mediante una expresión enumerada como alta, media o baja)									
Comentarios	<comentarios adicionales sobre el requisito> (información sobre el requisito que no encaje en los campos anteriores puede recogerse en este apartado)									



Anexo A: 2: Plantilla de requerimientos funcionales









RNF-<id>	<nombre descriptivo> (Identificador y nombre descriptivo: cada requisito no funcional debe identificarse por un código único y un nombre descriptivo.)
Versión	<nº de la versión actual> (<fecha de la versión actual>) (Para poder gestionar distintas versiones, este campo contiene el número y la fecha de la versión actual del requisito no funcional)
Autores	<ul style="list-style-type: none"> <autor de la versión actual> (<organización del autor>) ... (contienen el nombre y la organización de los autores (normalmente desarrolladores))
Fuentes	<ul style="list-style-type: none"> <fuente de la versión actual> (<organización de la fuente>) ... (Las fuentes (clientes o usuarios), de la versión actual del requisito, de forma que la rastreabilidad pueda llegar hasta las personas que propusieron la necesidad del requisito no funcional)
Descripción	El sistema deberá <capacidad del sistema> (Completar con la capacidad que deberá presentar el sistema)
Importancia	<importancia del requisito> (Importancia del cumplimiento del requisito para los clientes y usuarios. Se puede asignar un valor numérico o alguna expresión enumerada)
Urgencia	<urgencia del requisito > (Urgencia del cumplimiento del requisito para los clientes y usuarios en el supuesto caso de un desarrollo incremental. Como en el caso anterior, se puede asignar un valor numérico o una expresión enumerada)
Estado	<estado del requisito > (Estado del requisito desde el punto de vista de su desarrollo. El requisito puede estar en <u>construcción</u> si se está elaborando, <u>pendiente de negociación</u> si tiene algún conflicto asociado pendiente de solución, <u>pendiente de validación</u> si no tiene ningún conflicto pendiente y está a la espera de validación o, por último, puede estar <u>validado</u> si ha sido validado por clientes y usuarios.)
Estabilidad	<estabilidad del requisito > (Estimación de la probabilidad de que pueda sufrir cambios en el futuro. Esta estabilidad puede indicarse mediante un valor numérico o mediante una expresión enumerada como alta, media o baja)
Comentarios	<comentarios adicionales sobre el requisito > (información sobre el requisito que no encaje en los campos anteriores puede recogerse en este apartado)

Anexo A: 3: Plantilla de requerimientos no funcionales

Anexo B: Términos, descripción e iconos de SPEM 2.0

Traducción	Descripción	Icono
------------	-------------	-------



Español (Termino Original)		
Rol (Role)	Conjunto de habilidades, competencias y responsabilidades, de un individuo o de un grupo.	
Rol en uso(Role use)	Representación del rol que lleva a cabo una Tarea o Actividad dentro de un proceso determinado. Hace referencia a una Definición de Rol (elemento de Contenido).	
Tarea (Task)	Unidad de trabajo asignable y gestionable, identificando el trabajo que se ejecuta por los roles.	
Tarea en uso (Task use)	Representación de una tarea atómica dentro de un proceso determinado. Hace referencia a una definición de Tarea (elemento de Contenido).	
Actividad (Activity)	Representación de un conjunto de tareas que se ejecutan dentro de un proceso, junto con sus Roles y Producto asociados.	
Producto de trabajo (Work product)	Producto usado o producto por las Tareas. Existen dos tipos de productos <i>Artefactos</i> de naturaleza tangible (modelo, documento, código, etc.) y <i>Entregable</i> para empaquetar productos con fines de entrega a un cliente interno o externo. Se puede asociar entre ellos mediante relaciones de agregación, composición e impacto.	
Producto de trabajo en uso (Work product use)	Representación de un producto de trabajo de entrada o salida, relacionado con una Actividad o Tarea. Hace referencia a una Definición de Tarea (elemento de Contenido).	
Guías/Directriz (Guideline)	Información adicional relacionada con otros elementos. Los sub-tipos de guías pueden ser (entre otros): <i>Activo</i> , <i>Reutilizable</i> , <i>Directriz</i> , <i>Documentación</i> , <i>Plantillas</i> . El icono presentado es genérico, pero se pueden implementar.	

Anexo B: 1. Primitivas de modelado de SPEM 2.0



Glosario de Términos

A

Abrupto: algo inesperado.

Accesibilidad: posibilidad de acceso a cierto objeto o elemento y facilidad para hacerlo.

Adaptabilidad: capacidad de un objeto o persona para adaptarse a cambios dentro de un entorno o situación.

Adulto Mayor: Adulto mayor, tercera edad o anciano es una persona que tiene 65 año o más, última etapa de la vida de un ser humano.

Algoritmo: Conjunto de operaciones de cálculo estructurado, tiene el propósito de hallar una solución a un tipo de problema.

Algoritmo K-mens: es un algoritmo perteneciente al método de clustering o agrupamiento, divide o clasifica a grupos de datos según las características similares que poseen cada uno de ellos.

Ambiente: En una persona es lo que le rodea o circula a su alrededor

Análisis: examen detallado de algo para conocer sus características o estado.

Aprendizaje: Adquisición de conocimiento sobre algo por medio de estudio, ejercicio o experiencia.

Asistencia personal: considerado como derecho de las personas, soporte de una persona hacia otra con diversidad funcional.

Arquitectura: En informática, diseño de alto nivel de la estructura de un sistema.

Axure: Herramienta para crear prototipos.

C

Calidad: conjunto de propiedades que permiten categorizar y valorar con respeto a otros elementos de similares característica.

Cognitivo: relacionado con el conocimiento de un sujeto.

Conferencia: Es una reunión de gran cantidad de personas para exponer trabajos científicos, sociales, políticos, ambientales, etc.

Cualitativo: medida de cualidad de algo o alguien

Cuantitativo: se ve reflejado a través de una cantidad.

Clustering: son algoritmos de agrupamiento, pertenece al aprendizaje no supervisado, cuyo objetivo es agrupar datos similares para generar un cierto comportamiento.

D

Disciplina: en términos de ingeniería de software, es donde se aplican teorías, métodos y herramientas utilizándolas de forma selectiva, con el fin de obtener soluciones a un problema, a pesar de que no existan teóricas y métodos aplicables para resolverlos.

Diseño: es una actividad creativa y artística con el fin de proyectar objetos o aplicaciones de software para que sean útiles y estéticos.



Dominio: es una estructura u organización de temas o conocimientos respecto a la ciencia o arte.

E

Ecuación de regresión: permite predecir la puntuación que alcanzara un sujeto en una variable Y que es el criterio conociendo su puntuación en otra variable X que es el predictor, siendo la ecuación definida como $Y=a+bX$, a es independiente y b es dependiente.

Ehealth: es un término que incluye a todas las áreas de actividad humana es decir, económicas, sociales, políticas, etc. Su máximo potencial se ve influenciado en la telemedicina.

Elicitación: sinónimo de atrapar o recolectar

Empírico: señala que algo está basado en la experiencia y en hechos (experimento).

Enfermedades crónicas: enfermedades de larga duración y en algunos casos son progresivas.

Esperanza de vida: es la media de la cantidad de años que vive una población.

Estado del arte: Es un conjunto de datos recopilados de una investigación sobre un tema específico, y los cambios que ha sufrido con el paso del tiempo.

Evaluación: Valoración de conocimientos, actitud y rendimiento de una persona o un servicio que puede ser un sistema o aplicación.

Evidencia: es una muestra de datos verificada, existente, basada en hechos reales obtenida de una investigación.

Experiencia del usuario: factores, elementos y herramientas disponibles crear interacción con el usuario en un entorno o dispositivo concreto y el resultado será una percepción positiva o negativa, dependiente del varios factores, cognitivos, emocional sentimental, etc.

F

Facilidad de uso: facilidad con las personas puede usar cierta herramienta o sistema.

G

Gestos: comunicación no verbal, transmisión de mensajes a través de expresiones corporales.

Grupos Vulnerables: Personas que por sus características de desventaja por edad, sexo, estado civil, nivel educativo, origen étnico, situación o condición física y/mental; requieren de un esfuerzo adicional para incorporarse al desarrollo y a la convivencia con las demás personas que tiene condiciones normales.

Gomockingbird: Es una herramienta que se utiliza para crear prototipos, la cual cuenta con herramientas de diseño de interfaces como: áreas de texto, botones, áreas de texto numéricas, etc.

H

Hipótesis: nace a partir de unos datos que sirven como base para iniciar una investigación o una afirmación.

I



Innovación: son cambios que poseen novedades, con el fin de mejorar, cambiar o crear elementos.

Inteligencia: permite al ser humano aprender, entender, razonar, tomar decisiones y formar una idea determinada de la realidad.

Interfaz: en informática, es un dispositivo que transforma las señales dadas por un aparato en señales que el otro dispositivo comprenda.

Instrucciones: conjunto de reglas, pasos, advertencias, guías, etc. para conseguir un objetivo o fin.

M

M-health: es un término aplicado a la medicina con aplicación de dispositivos tecnológicos, sub área de eHealth

Método: modelo para cumplir un objetivo específico.

Metodología: Pasos para llegar a obtener un resultado o conclusión.

Mobiliario: Son los muebles y accesorios de decoración y confort de una casa

Multimedia: Esta destinado a la difusión, y posee algunas características combinadas como texto, fotografías video, sonido, con el fin de educar o entender.

Multimodal: en interacción, es superar las limitaciones del monitor, teclado y ratón a la hora de la interacción hombre – computador, utiliza entradas adicionales (cámara, pantalla sensible al tacto, micrófono, etc.) y diferentes salidas (voz, texto, gráficos, imágenes, etc.) donde el usuario puede elegir dependiendo de sus limitaciones.

P

Paciente: un paciente es una persona que tiene una enfermedad ya sea leve o grave que requiere de atención médica y de cuidados específicos.

Percepción: primera impresión de una cosa o acción que se comunican a través de los sentidos.

Personas con discapacidad: Personas que poseen algún tipo de impedimento o restricción a la hora de realizar una actividad de manera normal para el ser humano, que puede ser temporal o permite, requieren de asistencia personal.

Problema: buscar una explicación de un estado actual de algo.

R

Riesgo: medida de magnitud de daños ocasionados por una situación peligrosa para el ser humano o para objetos.

S

Seguridad: es la asistencia ante un peligro o riesgo para brindar una sensación de confianza.

Solución: resultado positivo de un proceso.

T

Tangible: Es aquello que puede ser tocado, hace referencia al sentido del tacto.

Test de Turing: habilidad de una máquina para presentar un comportamiento inteligente, que posea características similares al de los seres humanos

U



Universidad de Cuenca

Usabilidad: Brinda la confianza al usuario para realizar una actividad dentro de un sistema mediante una interacción sencilla y fácil de usar.

V

Vulnerabilidad humana: grado de susceptibilidad a las pérdidas o daños